



**JULIANA DOS ANJOS DESIGN EMOCIONAL E EXPRESSÃO DE
FREITAS COSTA EMOÇÃO EM AGENTES TUTORES**



**JULIANA DOS ANJOS DESIGN EMOCIONAL E EXPRESSÃO DE
FREITAS COSTA EMOÇÃO EM AGENTES TUTORES**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação Multimédia, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria João Lopes Antunes, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e da Doutora Lúcia Oliveira L. da Silva, Professora Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã pelo constante apoio, e também ao meu namorado e amigos que estiveram presentes em todos os momentos.

o júri

presidente

Prof. Doutor Pedro Alexandre F. Santos Almeida
Professor Auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Nelson Troca Zagalo
Professor Auxiliar da Universidade do Minho

Doutora Maria João Lopes Antunes
Professora Auxiliar Convidada da Universidade de Aveiro

Doutora Lúcia J. Oliveira L. Silva
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço às minhas orientadoras, Prof.Drª Maria João Antunes e Prof.Drª Lúcia Oliveira por todo o auxílio dado durante o processo de toda a investigação e integração no ambiente de estágio.

Agradeço a toda a equipa da Cnotinfor Lda pelo excelente ambiente em que fui recebida, em particular a Secundino Correia, Sandra Pedrosa, Marco Estanqueiro, Patrícia Correia e Tiago Correia por todo o conhecimento com que me apresentaram e que muito contribuiu para o meu crescimento pessoal e intelectual.

Agradeço a todas as crianças e Professoras do Agrupamento de Escolas Maria Alice Gouveia de Coimbra que participaram neste estudo e que sempre se mostraram entusiasmadas em integrar este projecto e partilhar as suas observações perspicazes.

Agradeço, por fim, ao meu namorado pela constante inspiração e à minha irmã o facto de me ter ensinado a nunca desistir e a perseguir sempre o melhor para mim.

palavras-chave

Design emocional, entidade tutora, emoção, companheiro virtual, expressão facial.

resumo

A presente investigação visa compreender como é possível estimular e estabelecer relações a longo prazo entre humanos e companheiros virtuais. Neste sentido, pretende-se utilizar a emoção como factor preponderante no estabelecimento desta relação, nomeadamente através da sua expressão e averiguar da sua pertinência neste processo. Para testar a viabilidade deste propósito, foi estabelecido um protocolo com um agrupamento de escolas onde se pretende interagir directamente com os potenciais utilizadores. Com o objectivo de comprovar a hipótese traçada foram entrevistados os alunos de duas escolas de Coimbra que participam na investigação, onde apuramos a sua visão sobre o aspecto físico do companheiro virtual e a correcta associação de expressões faciais com o estado emocional do companheiro. Os dados recolhidos revelam que o aspecto humano do companheiro, as cores do vestuário e as expressões faciais são elementos-chave na interacção para os seus utilizadores, uma vez que oferecem familiarização e reconhecimento de características humanas no agente virtual, o que, por sua vez, proporciona uma interacção mais natural e motivante.

keywords

Emotional design, pedagogical agent, emotion, virtual companion, facial expression.

abstract

This investigation aims to understand how it is possible to establish long term relationships between humans and virtual companions. Therefore we intend to use emotion as a key element in the establishment of this relationship, namely through its expression and determine its relevance in this process. To test the viability of this purpose it has been established a protocol with a group of schools where we intend to interact directly with potential users. To validate the hypotheses we interviewed children from two schools of Coimbra who participate in the investigation. With the interviews we tried to understand their vision over our virtual companion's body and if they could correctly identify the companion's emotional state through its facial expression. The collected data suggest that the companion's human body, the costume's colour and its facial expression are vital issues in the interaction, they provide the user with a sense of familiarization and recognition of human features in the virtual agent which allows the user to have a more natural and engaging experience.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
1. RELEVÂNCIA DO TRABALHO	1
2. QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO	2
3. OBJECTIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	2
4. ESTRUTURA DO TRABALHO	3
5. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	3
5.1. <i>Procedimento Metodológico</i>	3
5.2. <i>Modelo de Análise</i>	4
PARTE I	7
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
1. DESIGN E EMOÇÃO	9
1.1. DESIGN EMOCIONAL	10
1.1.1. <i>DESIGN VISCERAL</i>	11
1.1.2. <i>DESIGN COMPORTAMENTAL</i>	11
1.1.3. <i>DESIGN REFLEXIVO</i>	13
2. EMOÇÃO E COGNIÇÃO EM ENTIDADES VIRTUAIS	14
2.1. A IMPOSSIBILIDADE DE SEPARAÇÃO DE CORPO E MENTE	16
3. COMPUTAÇÃO AFECTIVA	19
3.1. AGENTES VIRTUAIS E ROBOTS SOCIÁVEIS	23
3.2. AGENTES PEDAGÓGICOS VIRTUAIS	27
3.3. INTELLIGENT TUTORING SYSTEM	29
3.4. AFFECTIVE TUTORING SYSTEM	31
4. O PAPEL DA EMOÇÃO NA INTERACÇÃO HOMEM-COMPUTADOR	33
4.1. HUMAN-ROBOT INTERACTION	34
4.2. INTELLIGENT USER INTERFACES	36
4.2.1. <i>INTELLIGENT INTERFACE AGENTS</i>	37
5. INTERFACE EMOCIONAL	38
5.1. EMOÇÃO	39
5.2. EXPRESSÕES FACIAIS	42
5.3. PERSONALIDADE	47
5.4. MEMÓRIA	48
PARTE II	49
ESTUDO DE CASO	49
6. ESTUDO DE CASO	51
6.1. ENQUADRAMENTO	51
6.2. O PEQUENO MOZART	52
6.3. PROPOSTA DE ESPECIFICAÇÕES AO NÍVEL DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE EXPRESSÃO DE EMOÇÃO	53
6.3.1. <i>MÚSCULOS INTERVENIENTES NAS EXPRESSÕES FACIAIS</i>	54
6.3.2. <i>IMPLEMENTAÇÃO TÉCNICA: PROCESSO DE CRIAÇÃO</i>	57
6.3.3. <i>MODIFICAÇÕES FÍSICAS</i>	60
6.4. METODOLOGIA DO ESTUDO EXPERIMENTAL	64
6.4.1. <i>CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA</i>	64
6.4.2. <i>PROCEDIMENTOS DAS SESSÕES</i>	65
6.5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	65
6.5.1. <i>RESULTADOS VERIFICADOS</i>	65

6.5.2. IDENTIFICAÇÃO DAS EXPRESSÕES FACIAIS DAS 6 EMOÇÕES BÁSICAS.....	77
CONCLUSÕES	85
1. CONCLUSÕES DO ESTUDO	85
2. LIMITAÇÕES NO TRABALHO DESENVOLVIDO	89
3. TRABALHO FUTURO	89
7. BIBLIOGRAFIA.....	91
8. ANEXOS	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Reconstituição da lesão no cérebro de Phineas Gage. Fonte: http://www.sobrenatural.org/materia/detalhar/4539/o_incrivel_caso_de_phineas_gage/	17
Figura 2: Sensores utilizados para a detecção de emoção. Fonte: (Zagalo, 2007, p. 43)	21
Figura 3: Exemplo de <i>Responsive Face</i> desenvolvido por Ken Perlin. Fonte: http://mrl.nyu.edu/~perlin/experiments/facedemo/	22
Figura 4: <i>Rea</i> a receber um cliente no seu escritório virtual. Fonte: (Cassel, 2001, p. 9)	24
Figura 5: <i>Kismet</i> a demonstrar emoções distintas: desprezo, repugnância, tristeza e surpresa. Fonte: (Breazeal & Scassellati, 2001, p. 8)	25
Figura 6: <i>Probo, the huggable robot</i> . Fonte: (Saldien <i>et al.</i> , 2008, p. 1)	26
Figura 7: <i>Nexi MDS</i> do <i>MIT Media Lab</i> . Fonte: (TechTalk, 2008, p. 3)	26
Figura 8: Steve Fonte: (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, p. 4)	27
Figura 9: Adele Fonte: (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, p. 4)	28
Figura 10: Herman the bug. Fonte: (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, p. 5)	28
Figura 11: Vincent mostra-se descontente. Fonte: (Paiva, Machado, & Martinho, 1999, p. 51)	29
Figura 12: Componentes de um <i>Intelligent Tutoring System</i> . Fonte: (Sarrafzadeh <i>et al.</i> , 2007, p. 1345)	30
Figura 13: Modelo de arquitectura de um <i>Affective Tutoring System</i> . Fonte: (Sarrafzadeh <i>et al.</i> , 2007, p. 1347)	32
Figura 14: <i>Eve</i> , exemplo de um <i>Affective Tutoring System</i> . Fonte: (Sarrafzadeh <i>et al.</i> , 2007 p. 1359)	33
Figura 15: Proposta do modelo ideal de investigação da computação afectiva no âmbito da IHC. Fonte: (Hudlicka, 2003, p. 3)	34
Figura 16: Exemplo do ecrã de preferências do Open Sesame!. Fonte: (Hoyle & Lueg, 1997, p. 3)	38
Figura 17: Modelo OCC. Fonte: (Bartneck, 2002, p. 1)	42
Figura 18: Expressões faciais de habitante da Nova Guiné. Fonte: (Ekman, <i>Facial Expressions</i> , 1999, p. 8)	43
Figura 19: Fotografias utilizadas no estudo de Ekman e Friesen. Fonte: (Ekman, <i>Facial Expressions</i> , 1999, p. 4)	44
Figura 20: <i>Facial Action Coding System</i> decomposto em unidades de acção. Neste exemplo estão ilustradas as unidades 1, 2, 3, 4, 6 e 7. Fonte: (Donato <i>et al.</i> , 1999, p. 975)	45
Figura 21: Representação da geração de emoção. Fonte: (Lisetti & Schiano, 2000, p. 17)	46
Figura 22: Demonstração do espaço interpessoal. Fonte: (Dryer, 1999, p. 275)	47
Figura 23: O Pequeno Mozart	52
Figura 24: Representação dos músculos envolvidos nas expressões faciais. Fonte: (Muscles of facial expression)	53
Figura 25: Animação de transição do <i>morph</i>	58

Figura 26: Selecção do clone a fazer.	58
Figura 27: Modelação dos vectores.	59
Figura 28: Selecção do <i>morph target</i> criado.	59
Figura 29: Expressão de medo do Pequeno Mozart.	60
Figura 30: Expressão de felicidade do Pequeno Mozart.	61
Figura 31: Expressão de tristeza no Pequeno Mozart.	62
Figura 32: Expressão de surpresa no Pequeno Mozart.	62
Figura 33: Expressão de cólera no Pequeno Mozart.	63
Figura 34: Expressão de repulsa no Pequeno Mozart.	64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Modelo de análise da presente investigação.....	5
Tabela 2: Significado do conceito de companheiro virtual.	67
Tabela 3: Função do Pequeno Mozart.....	68
Tabela 4: Factores de preferência do Pequeno Mozart.	70
Tabela 5: Elementos favoritos no vestuário do Pequeno Mozart.	74
Tabela 6: Factores preferenciais nas cores do vestuário do Pequeno Mozart.	75
Tabela 7: Sugestões de novas peças de vestuário para o Pequeno Mozart.	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Possibilidade de classificação de companheiro virtual como amigo.	67
Gráfico 2: Percentagem de alunos que percebem o Pequeno Mozart como um companheiro virtual.	68
Gráfico 3: Percentagem de alunos que já utilizaram uma aplicação semelhante.	69
Gráfico 4: Opinião dos alunos sobre a face do Pequeno Mozart.	70
Gráfico 5: Factores de preferência na cara do Pequeno Mozart.	71
Gráfico 6: Opinião sobre o grau de expressividade do Pequeno Mozart.	72
Gráfico 7: Grau de percepção do estado emocional do Pequeno Mozart.	72
Gráfico 8: Avaliação da opinião dos alunos sobre a corporalização (<i>embodiment</i>) do Pequeno Mozart.	73
Gráfico 9: Opinião sobre o vestuário do Pequeno Mozart.	73
Gráfico 10: Opinião sobre as cores do vestuário do Pequeno Mozart.	74
Gráfico 11: Opinião dos alunos sobre a migração do Pequeno Mozart para dispositivo móvel.	76
Gráfico 12: Opinião dos alunos sobre possíveis mudanças no Pequeno Mozart.	76
Gráfico 13: Opinião dos alunos sobre possíveis aspectos a alterar no Pequeno Mozart.	77
Gráfico 14: Avaliação da expressão de felicidade pelos alunos.	78
Gráfico 15: Avaliação da expressão de cólera pelos alunos.	79
Gráfico 16: Avaliação da expressão de medo pelos alunos.	80
Gráfico 17: Avaliação da expressão de repulsa pelos alunos.	81
Gráfico 18: Avaliação da expressão de surpresa pelos alunos.	82
Gráfico 19: Avaliação da expressão de tristeza pelos alunos.	83

INTRODUÇÃO

O presente estudo realiza-se em contexto empresarial¹ integrado no projecto europeu *Living with Robots and Interactive Companions*, LIREC², cujo objectivo é criar uma nova geração de companheiros virtuais interactivos, inteligentes com a capacidade de estabelecer relações a longo prazo com os seus companheiros humanos. O âmbito do estudo será, no entanto, centrado em companheiros virtuais com cariz pedagógico na área musical, sendo que o contributo da presente investigação se prende com a integração de emoção neste tipo de companheiros. O processo de dotar os companheiros virtuais de emoção realizar-se-á através da concepção de um modelo de expressão de emoção, através das expressões faciais do companheiro virtual. O desejo de incluir na investigação a vertente do design emocional advém do facto de esta ser uma área com um desenvolvimento recente que, sendo mais aplicada ao design de produto, consideramos ter potencial para marcar a diferença na concepção de entidades virtuais.

1. Relevância do trabalho

A emoção foi um campo da psicologia posto de parte durante várias décadas, tendo sido remetido para a área da psicologia motivacional (Ellsworth, 1994). Conseguindo mais destaque, em parte graças aos estudos de Damásio³, viu o interesse da comunidade científica aumentar exponencialmente através da exploração das suas potencialidades e aplicações. O advento da computação afectiva apresentou uma nova aplicação da emoção, a do desenvolvimento de robots inteligentes, possuidores de emoção e capazes de criar uma interacção mais realista com o utilizador.

A presente dissertação visa compreender o processo de concepção de robots ou agentes pedagógicos virtuais, também apelidados de companheiros virtuais, robots sociáveis, agentes conversacionais, ou até mesmo companheiros de aprendizagem. Pretende-se igualmente integrar o conceito de design emocional neste processo de concepção de companheiros virtuais, bem como compreender as implicações que decorrem da atribuição de emoções a estas entidades.

A relevância do presente estudo pode estender-se a diversas vertentes como o desenvolvimento de um bom produto para a empresa, um produto com sucesso e eficácia de uso, a comprovação da importância que as emoções desempenham na interacção do companheiro virtual e o utilizador, sendo que esta área científica beneficia com a compreensão

¹ Cnotinfor Lda

² <http://www.lirec.eu/> (último acesso: 05/06/2009)

³ António Damásio, director do departamento da Neurologia da Universidade Iowa e professor adjunto da *Salk Institute* na Califórnia. Neste momento acumula a função de director do *Brain and Creativity Institute* na *University of Southern California*, continuando a sua investigação na área da neurociência.

dos factores que perfazem o sucesso destes companheiros e, em última análise um estudo em certa medida inovador.

Este é um território em expansão e cuja aplicabilidade é vasta, logo torna-se pertinente investigar de que modo poderemos contribuir para a humanização de uma forma de vida baseada em Inteligência Artificial.

2. Questão de investigação

Tendo em consideração a temática em estudo e os objectivos que se pretendem alcançar, a questão de investigação é uma componente importante para compreender a direcção da investigação e os principais assuntos a estudar. Desta feita, a questão de investigação formulou-se da seguinte forma:

Quais os aspectos a considerar, ao nível do design emocional e da expressão de emoção, na concepção de entidades tutoras?

3. Objectivos gerais e específicos

Delineada a questão de investigação são traçados os objectivos a atingir, assim os objectivos gerais englobam:

- Compreender em profundidade dos conceitos relacionados com o design emocional;
- Compreender a melhor forma de aplicar os conceitos relacionados com o design emocional à concepção de entidades tutoras;
- Assimilar como se processa a implantação de emoção em robots e o porquê da sua utilização em agentes virtuais.

Já no que diz respeito aos objectivos específicos, estes prendem-se com a aplicação dos conceitos relacionados com o design emocional à concepção de entidades tutoras e as suas repercussões no público-alvo, assim sendo estabelecem-se os seguintes objectivos específicos:

- Aplicar o conceito de design emocional à concepção de entidades tutoras, tornando-as expressivas e mais interactivas;
- Apurar se as entidades tutoras se tornam mais apelativas e motivadoras quando expressam emoções;
- Averiguar se o público-alvo consegue identificar e reconhecer as emoções expressadas pela entidade virtual;
- Verificar o grau de satisfação do público-alvo em relação às entidades virtuais, de forma a compreender se esta estratégia tem potencial no domínio do processo educativo.

4. Estrutura do trabalho

O trabalho aqui apresentado encontra-se dividido em duas partes principais, o enquadramento e contextualização teórica e a componente desenvolvida em contexto prático. A componente inicial do estudo é dedicada à introdução do mesmo e apresenta o tema e a relevância que o mesmo encerra na comunidade científica desta área de investigação. São apresentados os objectivos que se pretendem alcançar no final deste percurso de investigação, a metodologia onde se pretende traçar com objectividade as hipóteses da investigação e o procedimento que vai permitir recolher os dados necessários à comprovação da mesma hipótese.

Na primeira parte apresenta-se o enquadramento dos temas necessários à compreensão dos meandros que circundam o universo dos agentes/companheiros virtuais. Aqui são apresentadas a temática do design emocional e a forma como este é aplicado actualmente, bem como a contextualização da relevância que a emoção desempenha tanto em robots como em agentes virtuais, bem como alguns exemplos de sistemas, robots e agentes desenvolvidos neste âmbito, e que, portanto, se apresentam como modelos a compreender. Por fim, é dada uma visão geral sobre as diferentes componentes que possibilitam a concepção de uma entidade tutora, que cumpra os seus objectivos, entre os quais se encontram a emoção, as expressões faciais, a personalidade e a memória.

Na segunda parte o enfoque é dado ao estudo de caso levado a cabo através da integração em contexto empresarial. Neste sentido, é apresentado o trabalho prático desenvolvido e a recolha e análise dos dados que resultam deste processo. Por fim, são traçadas as conclusões obtidas no final do estudo, sendo que estas são confrontadas com a questão de investigação elaborada, validando também a hipótese proposta. Apresenta-se, ainda, as limitações que acompanharam o estudo e são sugeridas propostas de trabalho futuro.

5. Metodologia de investigação

O presente estudo assenta numa investigação que requer uma metodologia, para que o estudo mantenha uma linha organizada e coerente. As várias fases do procedimento metodológico são expostas, para contextualizar o processo de investigação, segue-se a apresentação do modelo de análise onde são formuladas as hipóteses.

5.1. Procedimento Metodológico

No seguimento da estruturação da questão de investigação é pertinente estabelecer uma estratégia que permita obter o conhecimento necessário para responder à mesma. Assim, apresentamos o objectivo do estudo, o procedimento de recolha de dados, seguido da apresentação dos participantes do estudo e quais os instrumentos de recolha de dados a utilizar.

O objectivo do presente estudo é exploratório, visto que tem como principal objectivo o delineamento do tema a investigar. Um ponto fulcral do estudo prende-se com a contribuição

de mais um fragmento de conhecimento sobre o assunto. Consequentemente, a tarefa inicial consistirá numa pesquisa ao nível do trabalho já efectuado na área, procurando informação já disponível sobre o tema, enquadramentos e conclusões traçadas por outros autores e investigadores da área, sendo ainda de realçar o facto de que este será um estudo com potencial para identificar novas fontes e áreas de investigação.

Já o procedimento de recolha de dados centra-se no estudo de caso, este preconiza um estudo aprofundado de um determinado caso de maneira a conhecê-lo com maior detalhe. Assim, inicialmente será apresentado o objecto de estudo, uma aplicação de cariz musical, seguindo-se a aplicação prática dos conceitos desenvolvidos no enquadramento teórico. O estudo de caso revela-se ainda na possibilidade de a investigação resultar numa generalização, na medida em que os resultados conhecidos após a interacção do público-alvo com a aplicação vão resultar na difusão do conhecimento aplicado a toda a população enquadrada na amostra do estudo.

Os participantes do estudo são crianças do 1º ciclo de uma escola do concelho de Coimbra e o objectivo da sua participação é testar a aplicação musical e explorar a mesma, de forma a ser possível observar a sua reacção e verificar se a investigação e a sua aplicação surtiu o efeito desejado. No que diz respeito aos dados necessários para responder à questão de investigação formulada, será necessário fazer um levantamento de casos de companheiros virtuais existentes e robots e averiguar os resultados atingidos ao nível da interacção proporcionada, bem como o envolvimento e grau de satisfação conseguidos com os utilizadores.

No que concerne aos instrumentos de recolha de dados é necessário ter em conta que os participantes são crianças, assim sendo os instrumentos que melhor se adequam ao caso são a observação e a entrevista. Para a aplicação da técnica de observação, recorrer-se-á a anotações e redação de relatórios de cada interacção, cujo preenchimento ocorrerá durante e no final de cada interacção das crianças com o companheiro virtual, desta forma será assegurada uma interacção num ambiente natural e espontâneo. A entrevista será feita no final da componente prática de desenvolvimento das expressões faciais, com o intuito de averiguar qual a opinião das crianças sobre a aplicação e companheiro actuais e em oposição, qual a avaliação que estas fazem da face do companheiro com as novas expressões visando saber se estas são de facto reconhecidas pelos alunos e apropriadas para integrar um novo protótipo.

5.2. Modelo de Análise

Tendo em conta a pergunta de investigação elaborada *“Quais os aspectos a considerar, ao nível do design emocional e da expressão de emoção, na concepção de entidades tutoras?”* é possível desenhar o seu modelo de análise, de maneira a sistematizar as necessidades e a linha condutora da investigação que culmina na recolha e análise de dados (Quivy & Van Campenhoudt, 2008) e respectiva sistematização das conclusões.

Neste sentido, os conceitos que se destacam na questão de investigação são expressão, design emocional, emoção e entidades tutoras. O conceito *expressão* define o acto de exprimir ou de manifestar um sentimento manifestado por gestos ou fisionomia. O conceito *design emocional* designa resumidamente a necessidade de o design do produto ter em conta o estado emocional do público-alvo de modo a despertar emoções positivas que despoletem uma acção. O conceito de *emoção* que, muito resumidamente, se designa por um conjunto de mudanças no estado do corpo induzidas em vários órgãos sob o controlo de um sistema cerebral dedicado afigura-se aqui como a ponte e a possibilidade de criar uma relação empática com o utilizador. Por fim, o conceito de *entidade tutora* apresenta-se como um agente virtual dotado com uma arquitectura mental que o permite interagir com o utilizador e auxiliar o mesmo nas suas tarefas.

No que diz respeito à reflexão sobre conceitos, suas dimensões e indicadores, escolhemos alguns aspectos necessários à compreensão do objectivo do presente estudo, que passamos a apresentar na Tabela 1:

Tabela 1: Modelo de análise da presente investigação.

Conceitos	Dimensões	Indicadores
Expressão	Corporal	- Face - Cabelo - Corpo
	Facial	- Felicidade - Surpresa - Medo - Tristeza - Cólera - Repulsa
Design emocional	Design visceral Design comportamental Design reflexivo	- Estímulo - Funcionalidade - Identificação - Recordação - Associação
Emoção	Manifestação	- Cognitiva
Entidade tutora	Tipologia	- Virtual - Robótica

A compreensão do conceito de *expressão* é essencial, uma vez que o presente estudo incide particularmente na expressão de emoção. Assim, as dimensões associadas a este conceito são a dimensão de expressão corporal e a dimensão de expressão facial, com o intuito de entender quais as características corporais e faciais envolvidas neste processo de

expressão de emoção, como a face, o corpo, a tristeza, felicidade, medo, entre outras, e que vão ser avaliadas no decurso da investigação.

No que diz respeito ao conceito de *design emocional*, este é um conceito central na compreensão dos diferentes componentes a ter em consideração no processo de design e desenvolvimento de agentes tutores. As dimensões inseridas neste conceito incluem as diferentes vertentes do design emocional, visceral, comportamental e reflexivo, e reflectem a necessidade de saber quais os estímulos associados a cada uma das vertentes, de forma a melhor envolver o utilizador e captar a sua atenção e despoletar uma recordação ou identificação.

Relativamente ao conceito de *emoção*, este é um conceito essencial na condução do presente estudo e como tal, pretende-se apurar como a sua manifestação cognitiva influenciam o processo de interacção com o utilizador.

Finalmente, o conceito de *entidade tutora* que também desempenha um papel central na investigação apresenta-se em tipologia virtual ou robótica, sendo que no caso particular do estudo é dada preponderância às entidades tutoras virtuais.

O estabelecimento de hipóteses na investigação permite conduzir a mesma com um maior rigor e objectividade, bem como designar pressuposições sobre o objecto de estudo (Quivy & Van Campenhoudt, 2008). No contexto do presente estudo pressupõe-se que as expressões faciais representam um ingrediente de grande importância, na interacção com o utilizador, e que são um factor decisivo na sua determinação pedagógica, sendo que o *feedback* visual proporcionado pelas mesmas é um forte indicador para o utilizador da qualidade das suas acções.

Neste sentido, a hipótese que se formula e que pretendemos testar é a seguinte:

As expressões faciais representam, entre outros factores, um forte elemento de ligação e empatia entre o companheiro virtual e o utilizador, sendo uma relevante forma de estimular o utilizador.

PARTE I

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1. DESIGN E EMOÇÃO

O sistema emocional encontra-se directamente relacionado com o comportamento e com a resposta accionada para uma dada situação, dá-se uma reacção física que atravessa o corpo e impele o corpo a agir, “ (...) *estamos programados para reagir com uma emoção de modo pré-organizado quando determinadas características dos estímulos, no mundo ou nos nossos corpos, são detectadas individualmente ou em conjunto.*” (Damásio, 1996, p. 146).

A emoção garante um lugar especial no âmbito do design, quando alguém está a experienciar uma emoção ou sensação agradável isso repercute-se no aumento do seu potencial criativo e da sua capacidade de resolução de problemas técnicos (Picard, 2000). Já quando a sensação é de ansiedade reflete-se na atenção e na concentração mais apurada, sendo nesse caso necessário que o design seja mais cuidadoso ao nível dos detalhes.

Produtos atractivos funcionam melhor, quanto mais atractivos mais emoções positivas despoletam, o que por sua vez afecta o processo mental tornando o indivíduo mais criativo e mais resistente aos problemas.

Desta forma, o papel da emoção no design tem vindo a ser assegurado há bastante mais tempo do que na verdade se reconhece. O design teve constantemente, mesmo que implicitamente, em consideração as emoções e as necessidades do seu público, uma vez que “*Design, at its most basic level, is about rendering objects more desirable*” (Greenhalgh, 1993, p. 105). As escolhas dos consumidores foram sempre influenciadas por um nível emocional, por alguma associação feita ao produto que transmite segurança e confiança. O design funcionalista preconizava a simplicidade, honestidade, objectivos a cumprir, standardização e acessibilidade. Não são referidas as emoções directamente, no entanto, é um objectivo assegurar que o utilizador final frui o objecto, encontrando-se, assim, subentendida a necessidade de agradar o consumidor ao tentar despoletar emoções positivas.

Actualmente vivemos numa sociedade consumista e hedonista, sendo portanto, apontado este factor como uma das razões possíveis para a introdução explícita do campo da emoção no design. “*Emotion is now widely recognised as an indisputable ingredient of the human product relationship. (...) Emotion is a central quality of human existence, and most of our behavior and thought is influenced and enriched by emotion. (...) Ignoring the emotional side of products would be like denying that these products are designed, bought, and used by humans.*” (Desmet, 2006) Esta é a visão de Desmet, membro da *Design and Emotion Society*, sobre a integração da emoção no campo do design.

Esta realidade demonstra igualmente a crescente importância conferida ao individualismo e ao consumismo, o design na sua essência não se transformou, o que na verdade aconteceu foi a mudança da sua aplicação e contextualização, agradar o consumidor de maneira a leva-lo a comprar e a consumir cada vez mais (Yagou, 2006).

Uma tendência crescente prende-se com o desenvolvimento de comunidades colaborativas, diversificadas e criativas, fazendo cada vez mais sentido que o design explore

territórios mais ligados a questões socialmente e culturalmente relevantes, bem como a satisfação de necessidades ao invés de satisfação de desejos (Yagou, 2005).

O estudo objectivo do design e emoção é relativamente recente, todavia encontra-se em crescimento, daí a relevância do presente estudo em investigar como aplicar os princípios do design emocional na concepção de entidades virtuais e motivar a interacção com os utilizadores. De seguida serão apresentados e desenvolvidos os conceitos relacionados com o design emocional, de modo a compreender a importância da sua aplicação e, assim, desenvolver uma experiência mais criativa e estimulante para o utilizador.

1.1. DESIGN EMOCIONAL

Neste novo mundo das tecnologias e Inteligência Artificial que se afigura, torna-se cada vez mais importante ter em consideração a experiência do utilizador, bem como os factores que o motivam a tomar parte numa interacção com algo tão distinto do ser humano. A interacção com um robot é algo de pouco natural e estranho à maior parte das pessoas, sendo de extrema relevância conceber estratégias criativas que apelem ao mais íntimo sentimento do utilizador. O conceito de design emocional vem em parte responder a esta necessidade ao demonstrar como podemos estabelecer uma relação imediata com o utilizador e quais os sentidos a despertar para isso acontecer.

A emoção desempenha um papel fulcral na compreensão humana do mundo e na apreensão de novas realidades. Objectos com uma estética agradável atraem mais as pessoas, tornando-se mais eficazes, devido à estética e à conexão emocional que se estabelece com o objecto. Os objectos contêm uma componente que apela ao lado pessoal de cada um, a recordações de bons ou maus momentos. Nesta medida, o design emocional preocupa-se com a concepção de produtos que aliem a função e a estética, de forma a produzir objectos que despoitem um conjunto de emoções positivas no consumidor, levando-o a melhorar o seu processo de tomada de decisão e de resolução de problemas (Norman, 2004).

Um estudo levado a cabo por Kurosu e Kashimura (Kurosu & Kashimura, 1995) pretendia averiguar qual o factor mais relevante na utilização de caixas de Multibanco, o resultado revelou que o utilizador foi mais afectado pela estética do interface, do que pelos aspectos funcionais do mesmo (Tractinsky, Katz, & Ikar, 2000).

O design emocional preconiza igualmente a existência de três níveis no cérebro que necessitam de diferentes estímulos ao nível do design, entre estes encontra-se o nível visceral, relacionado com a aparência, o nível comportamental, relacionado com a utilização efectiva do objecto, e por fim o nível reflexivo, relacionado com a reflexão e significação do objecto (Norman, 2004).

1.1.1. DESIGN VISCERAL

Desde o início dos tempos que a natureza se ordena de forma a todos os seres coexistirem. Esta convivência baseia-se na troca de sinais emocionais que são interpretados de uma forma automática ao nível visceral, intrínseco e mais instintivo. O macho necessitou de se adaptar para ser atractivo à fêmea, o mesmo se passa com os frutos e outros alimentos, cujas cores e formas quanto mais agradáveis mais atenções atraem (Norman, 2004, p. 66).

Quando consideramos que algum objecto ou até pessoa como bonito estamos a fazer um juízo ao nível visceral. O design visceral está presente nas mais variadas áreas da vida quotidiana, brinquedos, consumíveis, objectos de decoração e acessórios de guarda-roupa que se mantêm fiéis aos princípios viscerais de cores primárias brilhantes e saturadas. Uma característica demarcadamente poderosa do design visceral é o facto de este tipo de design não ser afectado pela cultura, uma vez que apela àquilo que é comum em todos os seres humanos, o gosto e preferência mais instintiva. Um objecto pode ser bastante simples e ser atractivo às mais diferentes culturas do planeta, por outro lado um design mais elaborado e rico, que apela mais ao nível reflexivo, é afectado pela cultura e pelas tendências actuais (Norman, 2004, p. 67).

As reações imediatas são de ordem visceral, assim o maior objectivo dos designers que trabalham ao nível do design visceral é conceber algo que projecte no consumidor uma vontade incontável e espontânea de adquirir o objecto. A aparência assume neste processo o principal destaque, a forma física, a aparência, a estrutura e a estética devem despoletar um impacto emocional imediato no consumidor, levando-o ao próximo passo, o desencadeamento de uma acção ou comportamento (Norman, 2004, p. 69).

Neste âmbito, o design visceral aplicado à concepção de companheiros virtuais poderia passar pela utilização de cores vivas e atractivas que despertem a atenção do utilizador, cativando o interesse e aumentando o desejo de interagir com o companheiro. O aspecto essencial é despoletar um interesse imediato no utilizador e proporcionar uma interacção divertida e estimulante.

1.1.2. DESIGN COMPORTAMENTAL

O design comportamental centra-se na experiência com o produto, na usabilidade, na performance, a aparência perde aqui destaque para a utilização. A função passa para o primeiro plano, sendo que o mais importante é verificar se um determinado produto ou design colmata uma necessidade. Contudo, as necessidades dos indivíduos são por vezes difíceis de apurar e os designers têm a complicada tarefa de tentar compreender o consumidor e observá-lo, de forma a antecipar-se e produzir um produto útil (Norman, 2004, p. 70).

O processo de design de produtos divide-se em duas componentes, melhoramento ou inovação. O processo de melhoramento de um produto parte de um objecto já existente, ao qual é necessário fazer alterações para o tornar mais atractivo, este processo é menos complicado já que se parte de algo concreto onde o objectivo se prende com a descoberta de

falhas e dificuldades. Todavia, quando um indivíduo se depara com uma dificuldade de utilização de um qualquer objecto a primeira reacção vai ser de pensar que o erro foi dele próprio, quando na verdade o problema se prende com o design do objecto, neste caso repensar o objecto e modificar o seu design pode ser o suficiente para melhorar exponencialmente a interacção com o mesmo. Já o processo de inovação implica toda a concepção de algo novo, todo um novo conceito desconhecido ao indivíduo comum, este é um processo mais complexo, na medida em que envolve um processo criativo acima da média (Norman, 2004, p. 71). As primeiras invenções foram concebidas por génios com ideias pouco comuns e que inicialmente sofriam alguma resistência por parte das pessoas, que não compreendiam a utilidade dos produtos. Foi necessário haver uma introdução gradual destes produtos nas vidas das pessoas para que estas pudessem ser capazes de compreender a utilidade dos produtos e as vantagens que poderiam extrair da sua utilização.

Depois de feita a avaliação sobre a função e se esta se encontra presente no design, toma lugar a compreensão. O consumidor tem de, necessariamente, compreender o produto para o utilizar correctamente, os principais processos de interacção podem ser memorizados, contudo, quando o consumidor se depara com problemas, se não compreender o produto não vai conseguir resolver os problemas com sucesso. A forma mais eficaz de conceber um produto de sucesso e que seja compreensível a todos os consumidores é através da elaboração de protótipos, seguida da sua experimentação pelos utilizadores com o intuito de descobrir possíveis fraquezas. Componente integrante da compreensão é o *feedback*, como por exemplo, no caso de interacção com uma aplicação de computador, o consumidor sente uma menor frustração quando presencia a evolução da tarefa com o auxílio de contadores de tempo já passado e tempo necessário até à finalização. Quando não existe qualquer tipo de notificação, o utilizador passa mais rapidamente a um estado de irritação, frustração, desapontamento, logo emoções negativas, isto deve-se ao facto de não compreender o processo que está a presenciar (Norman, 2004, p. 77).

A usabilidade destaca-se igualmente como um factor essencial num produto ideal ao nível do design comportamental. É possível que um produto seja compreensível, mas que não preencha os requisitos no que diz respeito à usabilidade, a função de um objecto pode ser facilmente detectada e ainda assim requerer anos de prática para dominar a sua correcta utilização, como é o caso dos instrumentos musicais ou de alguns *softwares*. Todavia, a usabilidade em grande parte dos produtos pode ser melhorada com uma redefinição ao nível do design, repensar o produto pode resolver algumas das suas falhas, sendo que o produto deve ser acessível ao maior número de indivíduos possíveis. A usabilidade é tanto maior quanto maior o grupo de pessoas que o consegue utilizar, independentemente da diferença de idade, de capacidades motoras e mentais, entre outras. A componente mais próxima ao consumidor é a utilização em si do produto, a interacção com o mesmo. É a sensação que o utilizador retira da interacção com o objecto que lhe vai permitir decidir se o quer voltar a utilizar

ou simplesmente se vai pô-lo de parte. É a fase crítica para os designers, na medida em que é a este nível que se começa a perceber o sucesso ou não do produto (Norman, 2004, p. 80).

Um produto de sucesso não pode, contudo, apostar apenas na estética e aparência, os seres humanos gostam de sentir os objectos, a sua textura, sentir o seu poder sobre o objecto, no fundo é expressar poder sobre algo. No caso de produtos concebidos para computador esta questão complica-se, uma vez que é difícil transmitir sensações através de um ecrã e de manipular objectos reais, como é o caso dos mundos virtuais. Por mundos virtuais entende-se “*worlds of cognition: ideas and concepts presented without physical substance*” (Norman, 2004, p. 80). Os *Tangible User Interface*, TUI, aliam a representação física à representação digital usando a interface como mediadora (Ishii & Ullmer, 2000) e permitem ao utilizador interagir com o computador através de objectos físicos que não só o teclado ou o rato (Svanaes & Verplank, 2000), devolvendo-lhes assim uma interactividade mais “física”. Em última análise, o design comportamental preocupa-se em satisfazer as necessidades dos consumidores, através da realização de protótipos e posterior observação da interacção dos utilizadores com o produto, dando origem a produtos compreensíveis, fáceis de usar, com um bom desempenho e com uma sensação física agradável quando da sua utilização (Norman, 2004, p. 83).

Neste sentido, a aplicabilidade do design comportamental em companheiros virtuais é essencial, na medida em que visa presentear o utilizador com uma interacção eficiente e simples, na qual este se sinta confortável. Apela à conceptualização de tipologias de interacção interessantes, como bons condutores de comunicação, como, por exemplo, conceber bons modelos de expressão de emoções e de respostas ao utilizador, permitindo que este sinta que o companheiro virtual está de facto a interagir consigo de forma individualizada e não como um qualquer utilizador indiferenciado.

1.1.3. DESIGN REFLEXIVO

O design reflexivo aborda o significado do produto e da sua utilização, recorre à afeição, às memórias pessoais para atrair o consumidor. Quando o indivíduo toma a decisão de comprar uma determinada marca ou produto sente-se impelido a escolher aquela que já conhece ou aquela com a qual consegue estabelecer um laço, este é um processo reflexivo ou de reflexão¹. É importante invocar as emoções dos consumidores, estes querem ver as suas necessidades emocionais satisfeitas por duas razões, para estabelecer a auto-imagem desejada ou para projectar uma determinada imagem de si para o mundo. É usual os

¹ Um exemplo de uma empresa que dedicou a criar produtos que apelam às emoções é a Swatch, empresa suíça que produz relógios entre outros produtos, que concebeu relógios que despertaram emoções tão positivas nos consumidores, que estes começaram a encarar o relógio como um acessório de moda. Logo, possuir um relógio apenas passa a ser insuficiente, o consumidor quer ter mais para combinar com determinadas roupas, com determinadas ocasiões ou mesmo para contribuir para diferentes causas (Norman, 2004).

consumidores escolherem uma determinada marca devido à sua popularidade ou a uma qualidade única, que faz com que o consumidor se veja como uma pessoa diferente das restantes, e ao *status* a que essa marca é associada, qualquer uma das hipóteses revela a necessidade constante do indivíduo se afirmar de uma certa forma a si mesmo e ao mundo que o rodeia (Norman, 2004, p. 87).

Ao nível reflexivo não existe nenhuma influência de ordem biológica na atracção a um produto, é puramente o papel da cultura que se afirma, a escolha de uma marca ou de um produto original relaciona-se com o desejo de aceitação social e cultural, da necessidade de integração, de pertença de cada consumidor. *“That is the essence of reflective design: it is all in the mind of the beholder”* (Norman, 2004, p. 87). A atractividade é do domínio do design visceral, representa o desejo mais instintivo e biológico, o domínio do design reflexivo é a beleza, para se atingir a percepção da beleza é necessário dar-se uma reflexão mais profunda do produto sendo esta influenciada pelo conhecimento, experiência e cultura.

O design reflexivo revela-se ainda em outro âmbito, assegurar uma experiência a longo prazo com o consumidor. Quando se adquire um produto existe a possibilidade de algumas características não nos agradarem ou não funcionarem devidamente, contudo a opinião geral sobre o produto pode ser afectada pela reflexão e memória sobre o mesmo. Uma boa relação com o consumidor pode ajudar a criar memórias agradáveis e a colocar de parte as experiências negativas tidas com o produto, é extremamente relevante que o consumidor sinta uma atenção especial dedicada a si enquanto cliente (Norman, 2004, p. 88).

Na concepção de companheiros virtuais o design reflexivo assume importância no que diz respeito à criação de boas memórias no utilizador, isso pode reflectir-se na concepção de companheiros virtuais tão reais e com uma interacção tão estimulante que crie no utilizador um registo positivo e logo despolete neste a vontade de continuar a criar experiências e interacções com o companheiro.

2. EMOÇÃO E COGNIÇÃO EM ENTIDADES VIRTUAIS

“From the dawn of time man has been interested in recreating himself by technological means”. (Rosheim, 1994, p. 1)

Desde as civilizações clássicas que a humanidade se interessou em criar formas automáticas para a realização de tarefas repetitivas (Rosheim, 1994), e ainda que os robots não-mecânicos tenham existido sempre no imaginário do ser humano, o desenvolvimento de robots mecânicos tem-se verificado apenas desde o século XX. Em 1961 surge o robot *Unimate* o primeiro robot industrial produzido pela Unimation, uma empresa estabelecida por Joseph Engelberger apelidado de *“Father of Industrial Robots”* (Makimoto & Doi, 2002).

Contudo, é a utilização de emoções que permite a existência de uma interacção mais realista e credível com o robot, uma vertente ainda demasiado incipiente para ser endereçada nas décadas de 60 e 70.

É através da expressão de emoções que o utilizador recebe *feedback* do robot, percebe o seu estado emocional e as suas intenções. As emoções podem, igualmente, funcionar como um mecanismo de controlo e de aprendizagem, uma vez que o robot reage aos estímulos expostos pelo utilizador (Malfaz & Salichs, 2004).

De maneira a se relacionar com o mundo, o indivíduo passa por um conjunto de processos, nos quais a cognição e emoção desempenham papéis diferentes. A cognição interpreta e constrói o sentido do mundo, a afeição avalia e julga, estando também desperta a possíveis perigos. Estes conceitos podem auxiliar o processo de design de máquinas afectivas, uma vez que o objectivo é dotar o robot ou companheiro virtual com as características humanas. *Norman et al.* propõe uma teoria que revela a essência da teoria dos três níveis do comportamento humano. Os três níveis propostos englobam o nível de reacção, o nível de rotina e o nível de reflexão, em cada um dos níveis são processadas duas funções distintas, a avaliação do mundo e daquilo que acontece, a afeição, e a interpretação do que acontece, a cognição (Norman, Ortony, & Russell, 2002). Se esta teoria do comportamento humano fosse aplicada a um robot ou companheiro estaríamos mais perto de criar uma entidade mais próxima do ser humano e com capacidades cognitivas que o tornariam exponencialmente mais autónomo e socialmente consciente.

Na concepção de um companheiro virtual a componente emocional é fulcral, é através das emoções que nos identificamos com o outro e são as emoções que tornam cada ser, um ser único e identificável. A identificação com o companheiro virtual é atingida através do contacto directo com uma entidade, comportamento, partilha de experiências e objectivos. A criação de companheiros virtuais inteligentes, que se adaptem ao utilizador e que interajam com o mesmo de uma forma natural, preconiza necessariamente a adopção de emoção e a capacidade de reconhecer emoção no utilizador. Apenas desta forma será possível que a entidade virtual, dotada de inteligência emocional, consiga cativar o utilizador e criar uma relação de cumplicidade com o mesmo, sendo desta forma facilitado o processo lúdico e de aprendizagem (Picard, 2000), como é o caso da presente investigação.

As emoções estão intimamente relacionadas com o processo de decisão e com a percepção. As emoções são geradas através de processos cognitivos e dependem da interpretação de cada indivíduo, sendo que uma determinada situação pode desencadear diferentes emoções em cada um. As emoções podem alterar o processo cognitivo através de uma estimulação neuroquímica, fazendo com que emoções negativas resultem num processamento mais focalizado e profundo. Pelo contrário, as emoções positivas permitem que o processamento de informação seja mais abrangente, o que pode levar consequentemente a que o processo criativo se intensifique quando as pessoas estão a viver uma experiência positiva (Norman, Ortony, & Russell, 2002).

Picard (Picard, 1999) apresenta quatro motivos principais para a importância da presença de emoção em robots. O primeiro prende-se com o desenvolvimento de robots com a capacidade de facilitar a comunicação ao nível emocional do utilizador. O segundo relaciona-se com a vontade de desenvolver robots inteligentes que consigam desenvolver capacidades sociais e emocionais, já o terceiro motivo prende-se com o desenvolvimento de infraestruturas e aplicações que consigam controlar a informação afectiva. Por fim, o quarto e principal motivo expõe a necessidade de tornar a interacção com robots menos frustrante, facilitando, assim, a interacção humano-máquina. A emoção revela-se aqui como uma forma de dotar o robot com reacções mais rápidas, capacidade de contribuir para a tomada de decisão e dar destaque a acções importantes ao utilizador.

O sistema emocional desempenha um papel essencial na sobrevivência, na interacção social, na cooperação e na aprendizagem. Os robots têm que necessariamente ser dotados de emoção para conseguirem sobreviver sem assistência, para serem mais capazes de lidar com as situações com que se deparam e para interagirem com o Homem (Norman, 2004).

2.1. A IMPOSSIBILIDADE DE SEPARAÇÃO DE CORPO E MENTE

“ Os românticos colocavam a emoção no corpo e a razão no cérebro. A ciência do século XX deixou o corpo de fora, deslocou a emoção de novo para o cérebro, mas relegou-a para as camadas neurais mais baixas, aquelas que habitualmente se associam com os antepassados que ninguém venera. A emoção não era racional, e estudá-la também não era.(...) a suposta oposição entre emoção e razão deixou de ser aceite automaticamente. (...) a emoção faz parte integrante dos processos de raciocínio e tomada de decisão, para o pior e para o melhor. (...) como resultado de uma lesão neurológica em áreas específicas do cérebro, perdem um determinado grupo de emoções e, ao mesmo tempo, perdem a sua capacidade de tomar decisões racionais.” (Damásio, 2000, p. 59-61)

Uma das teorias mais influentes sobre a emoção surge com Damásio (Damásio, 1996), a hipótese dos marcadores somáticos, que consiste na hipótese de que a emoção actua de forma automática como marcador positivo e negativo nas decisões cognitivas, com o objectivo de promover o pensamento activo e a manter o sistema saudável necessário à sobrevivência em sociedade (Damásio, 1996), (Zagalo, 2007). Os marcadores funcionam como guias nos processos de solução de problemas, quando é necessário tomar uma decisão analisamos os marcadores-somáticos e actuamos, fazemos uma escolha.

Damásio elaborou vários estudos, cujos pacientes sofriam de lesões em áreas da região pré-frontal ou na região que alterava sistematicamente a capacidade de tomar decisões para benefício próprio em situações de risco ou conflito (ver Figura 1).

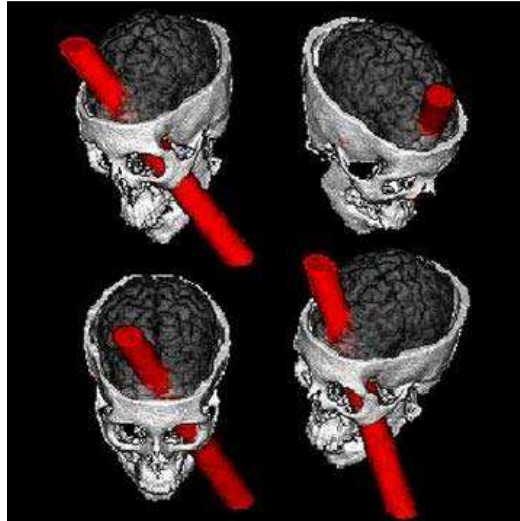


Figura 1: Reconstituição da lesão no cérebro de Phineas Gage. Fonte:

http://www.sobrenatural.org/materia/detalhar/4539/o_incrivel_caso_de_phineas_gage/

Foi igualmente patente a redução da ressonância emocional, nas situações referidas, ainda que as restantes capacidades emocionais se tivessem mantido. Estes factos comprovam a importância da emoção como auxílio à racionalidade, é com o recurso à emoção que a razão vai funcionar da forma mais correcta (Damásio, 2000, p. 62).

Um dos casos de estudo envolve um indivíduo, indivíduo A, que descobriu possuir um tumor cerebral, mais concretamente um meningioma, que pressionava ambos os lobos frontais e que, portanto, foi necessário remover. Após a remoção o indivíduo manteve as suas funções motoras, linguagem e inteligência intactas, todavia deu-se uma drástica mudança ao nível da sua personalidade. Perdeu a capacidade de decidir qual a sua prioridade, ao nível das tarefas que tinha que realizar no seu emprego, não era capaz de cumprir horários, necessitava de incentivos para realizar as tarefas e iniciou um rol de decisões incorrectas que espantavam a sua família e amigos. Era certo que o seu nível de inteligência não tinha saído afectado, nem tanto o seu carácter, contudo, o seu mecanismo de tomada de decisões foi afectado a um nível tão profundo que este indivíduo era percepcionado como um ser anti-social que não se arrependia das suas acções, mesmo que confrontado com as suas consequências negativas (Damásio, 1996, p. 54-60).

Outro indivíduo em estudo, indivíduo B, sofreu com a mesma situação, o mesmo tumor, com as mesmas lesões frontais ainda que um pouco mais extensas. O cenário era semelhante, excelentes capacidades físicas e intelectuais que não foram afectadas pelo tumor e pela sua remoção, mas uma extrema mudança de personalidade. O regresso ao trabalho foi altamente planeado, mas nunca levado a cabo, a sua vida social foi igualmente afectada pelas suas acções maldosas e desrespeitosas. A demonstração de sentimentos cessou, não existia vergonha, embaraço ou tristeza perante a sua situação, o indivíduo B não sentia empatia alguma pela perda da sua personalidade, tendo-se tornado dependente da sua família pelo resto da sua vida. O que se verifica é a perda da capacidade de tomar as decisões mais

benéficas à sua vida, já não havia interesse em escolher o caminho mais vantajoso, ainda que as suas capacidades intelectuais não tivessem sucumbido, as suas emoções e sentimentos foram lesados (Damásio, 1996, p. 73-75).

Um caso algo diferente revelou um indivíduo, indivíduo C, que ao contrário dos indivíduos anteriores sofreu a lesão pouco depois da sua nascença, sendo que a sua vida futura foi profundamente marcada por esse acontecimento. À semelhança dos restantes casos as funções motoras e intelectuais não foram afectadas, todavia, este indivíduo não construiu um comportamento social dito normal. Algumas das consequências da sua lesão envolveram a impossibilidade de manter um emprego, visto que se aborrecia facilmente com as suas tarefas, o que conduzia a comportamentos desordeiros e desonestos, não desenvolveu interesses relevantes ao nível sexual e emocional, não demonstrava imaginação, iniciativa, influência perante punição ou recompensa e não demonstrava felicidade ou tristeza (Damásio, 1996, p. 75-76).

Parece, desta forma, certa a relação intrínseca entre tomada de decisão e emoção, todos os indivíduos em estudo que sentiram a perda da capacidade de tomada de decisão ficaram igualmente desprovidos de experienciar e fruir as emoções. Nestes casos alvo de estudo verificou-se o decréscimo do processamento emocional de tipo secundário, ou seja, as emoções secundárias (conceito que será explorado em maior profundidade na secção 2.5.1.) são as mais afectadas, na medida em que os doentes não desencadeiam emoções em resposta às imagens mentais reproduzidas por determinados estímulos, não produzindo consequentemente qualquer sentimento.

Em virtude da possível semelhança estabelecida entre sentimento e emoção, Damásio (Damásio, 2000) diferencia os dois conceitos. Os sentimentos remontam à experiência mental e privada de emoções, já o termo emoção denomina o conjunto de respostas que perfaz uma emoção, geralmente observáveis, *“os mecanismos básicos subjacentes à emoção não requerem consciência, mesmo que a possam eventualmente usar”* (Damásio, 2000, p. 63).

Um caso estudado por Damásio revela um indivíduo com uma grave perturbação de aprendizagem e memória. O indivíduo não consegue aprender novos factos, sons, lugares, palavras, pessoas, ou seja, não é capaz de se recordar de qualquer pessoa com quem interage. A sua condição é causada por uma lesão em ambos os lobos temporais, com destruição do hipocampo e da amígdala. Apesar da sua lesão, era um facto conhecido que este indivíduo recorria sempre às mesmas pessoas para pedir algo que necessitasse, ainda que não conhecesse ninguém, o que revelava uma concordância na sua actuação e comportamento. Damásio decidiu, assim, estudar este indivíduo tão peculiar. O indivíduo foi submetido a um teste durante cinco dias consecutivos, este teste desenrolou-se tendo por base a interacção com três pessoas diferentes, uma com um comportamento agradável, outra com um comportamento neutro e a terceira com um comportamento desagradável. As diversas interacções durante os cinco dias tiveram ordens aleatórias e intervalos de tempo constantes,

no final dos testes foi pedido ao indivíduo em estudo que, ao observar fotografias de três pessoas uma das quais envolvida na experiência, identificasse a pessoa à qual pederia ajuda ou que considerasse sua amiga. As respostas do indivíduo foram sempre consistentes, 80% das vezes apontou para a pessoa que tinha sido agradável para si, a pessoa desagradável nunca foi escolhida e o indivíduo neutro foi escolhido reduzidas vezes, quase parecendo aleatórias. Numa segunda tarefa foi pedido que o indivíduo relatasse a história das três pessoas envolvidas no estudo, sendo que este não tinha qualquer memória destes, todavia, sempre que era questionado sobre qual das pessoas seria sua amiga, a escolha recaía sempre na pessoa agradável. Este estudo evidencia que as emoções que este indivíduo viveu influenciaram as suas escolhas, ele não reteve informação no cérebro, nem conseguia dar uma razão para as suas escolhas, mas as decisões tiveram uma base, um ponto de partida. Isto comprova a importância das emoções no processo de racionalização, o indivíduo recorreu às emoções guardadas no íntimo da sua consciência para tomar uma decisão racional e desencadear um comportamento (Damásio, 2000, p. 64 - 68).

É patente o facto de as alterações no corpo em resposta a um estímulo ocorrem tanto no cérebro como no corpo, o organismo tem uma actuação activa no meio ambiente, só desta forma consegue assegurar a sua sobrevivência, a percepção de estímulos depende tanto da recepção de sinais do meio ambiente como da actuação sobre o mesmo. As representações geradas para descrever uma determinada situação e as respostas originadas dependem duma constante interacção entre o corpo e o cérebro (Damásio, 1996, p. 233).

3. COMPUTAÇÃO AFECTIVA

Tendo em vista um estudo pertinente sobre entidades tutoras virtuais é vital abordar a área de investigação da computação afectiva, área que foi notabilizada e apresentada ao mundo por Rosalind Picard¹, que em linhas gerais visa atribuir à máquina as capacidades para desenvolver inteligência emocional. Ainda que o desenvolvimento de robots tenha visto o seu início antes do surgimento deste novo conceito de computação afectiva, foi de facto, com o seu advento que se assitiu a uma crescente exposição da emoção e inteligência no âmbito destas entidades e da Interação Homem Robot. Os estudos já abordados de Damásio (Damásio, 1996) contribuíram para o desenvolvimento desta área científica, uma vez que demonstrou que a emoção influencia a percepção, a racionalização de tomada de decisão, a aprendizagem, bem como outras funções cognitivas. Existe uma preponderância muito forte da emoção sobre o pensamento racional, o que afasta a visão tradicional de que as emoções deveriam ser um aspecto dedicado apenas às artes, ao entretenimento e um assunto de cariz mais feminino. Tal como o conhecimento empírico nos diz que demasiada emoção pode confundir o nosso

¹ Rosalind Picard é a fundadora e directora do *Affective Computing Research Group* no *MIT Media Laboratory*. Autora da obra *Affective Computing* de 1997, é pioneira nesta área de investigação.

pensamento e razão, também a falta de emoção pode desempenhar o mesmo papel (Picard, 2000).

Sendo que a computação afectiva aborda a temática dos componentes ou assuntos técnicos na criação de máquinas afectivas, existem quatro tópicos fundamentais a focar, o reconhecimento de emoção, a expressão de emoção, experienciar emoção e ter inteligência emocional.

A capacidade de reconhecer emoção é vital num companheiro virtual, o que desejamos é que o companheiro virtual, neste caso também uma entidade ou agente tutor, tenha a capacidade de detectar o estado emocional da criança ou aprendiz, de forma a agir em conformidade. Apenas desta forma é possível que o companheiro virtual, ao detectar sinais de cansaço ou aborrecimento, altere o seu comportamento e assim voltar a captar a atenção do utilizador e aumentar o seu nível de motivação para continuar a interagir com o companheiro e finalizar as suas tarefas.

Idealmente o companheiro virtual deveria possuir capacidades para recolher informação proveniente das expressões faciais do utilizador, bem como dos seus gestos e entoação vocal, para fazer uma avaliação mais correcta e completa do estado emocional do utilizador. Nos seres humanos a capacidade de reconhecer o estado emocional do outro denomina-se de inteligência emocional, o que significa que estamos despertos, conscientes e abertos aos outros. Nos robots este reconhecimento pode dar-se através da comparação de expressões que o robot já assistiu com a que está a assistir no momento presente, se é uma expressão nova então terá que identificar alguns traços base para reconhecer a emoção (Picard, 2000, p. 51). Um facto inevitável é questionar se o companheiro virtual conseguirá reconhecer qualquer tipo de emoção, as emoções públicas que demonstramos através das expressões faciais e linguagem corporal seriam certamente mais acessíveis, uma vez que são expressadas de forma visível ao exterior. Contudo, também as emoções privadas podem ser alvo de detecção, é certo que para as detectar é necessário existir um contacto próximo com o indivíduo para detectar os sinais que este envia inconscientemente, o que acontece mais frequentemente com os amigos mais próximos. Mas o objectivo é desenvolver companheiros virtuais próximos do utilizador, o termo companheiro virtual preconiza uma relação de quase amizade, um acompanhamento e mesmo dedicação, que poderá indicar uma proximidade suficiente para o robot detectar os sinais mais privados (Picard, 2000, p. 52).

No que diz respeito à detecção de emoção, existem já alguns métodos desenvolvidos para detectar e medir as expressões faciais, entre os mais famosos encontra-se o *Facial Action Coding System* (FACS) desenvolvido em 1978 por Ekman e Friesen (Donato *et al.*, 1999). Também no *Affective Computing Research Group* do *MIT Media Laboratory* se desenvolveram métodos de reconhecimento de emoções, neste caso foram escolhidos diversos sensores para detectar dados fisiológicos dos indivíduos, como é patente na Figura 2.



Figura 2: Sensores utilizados para a detecção de emoção. Fonte: (Zagalo, 2007, p. 43)

Os dados analógicos recebidos são posteriormente convertidos em dados digitais por um decodificador de *hardware* de *biofeedback*.

Com o objectivo de medir o grau de satisfação e excitação de jogadores de videojogos, a *Glasgow Caledonian University* desenvolveu um sistema de *affective gaming*, visando perceber qual o melhor momento para inserir novos conteúdos no jogo. A medição da emoção era feita com base nos movimentos dos jogadores, sendo que nos níveis mais complexos do jogo havia uma maior pressão nos controlos do jogo, demonstrando uma maior excitação e envolvimento (Sykes & Brown, 2003).

No que diz respeito à expressão de emoção por parte do companheiro virtual, esta pode acontecer sem que o companheiro experiencie, de facto, uma emoção. À semelhança dos seres humanos que conseguem transmitir emoções que não estão a sentir, como numa dramatização, o companheiro pode sorrir ao utilizador sem estar a sentir felicidade mas sim por cortesia (Ekman, Facial Expressions, 1999). A expressão de emoção é relevante para o utilizador sentir empatia pelo companheiro e, ao mesmo tempo, sentir que o companheiro está a perceber o seu estado correctamente e a dar uma resposta adequada ao utilizador. O companheiro virtual deverá conseguir influenciar o estado emocional do utilizador, ao demonstrar uma personalidade alegre e positiva, evidenciando uma grande motivação pela tarefa que está a realizar, pode levar a que o utilizador eleve, igualmente, o seu grau de envolvimento com as tarefas bem como a sua satisfação ao realizá-las (Picard, 2000, p. 58).

Com o intuito de demonstrar a possibilidade de conferir emoção a um agente virtual e de este a demonstrar, Ken Perlin desenvolveu várias *demos*¹ em que podemos alterar as expressões faciais do agente virtual e conseguir exprimir diferentes emoções (ver Figura 3).

¹ Disponível em: <http://mrl.nyu.edu/~perlin/> (último acesso: 06/01/2009)

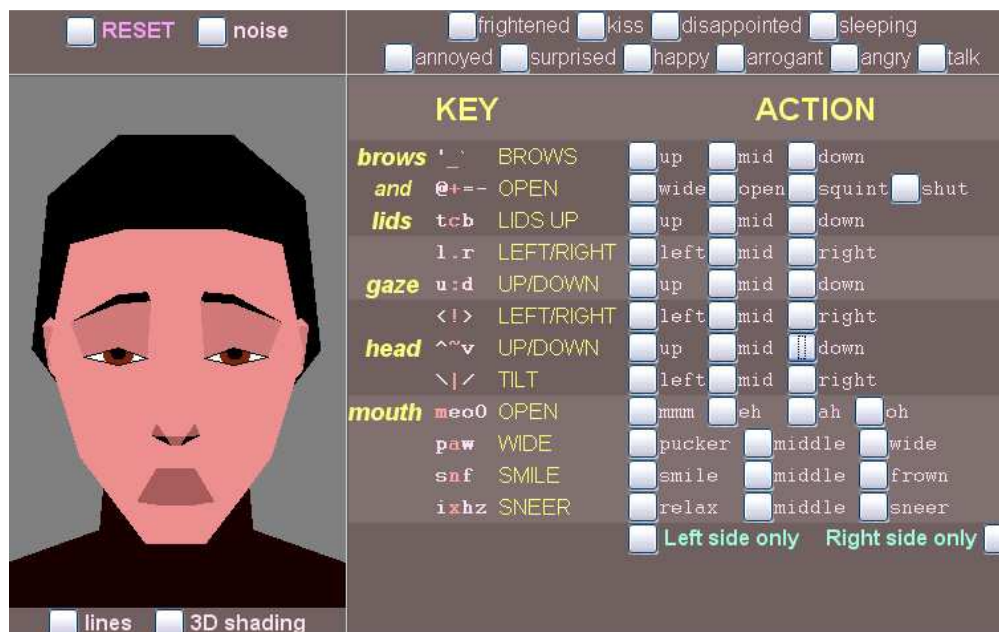


Figura 3: Exemplo de *Responsive Face* desenvolvido por Ken Perlin. Fonte:
<http://mrl.nyu.edu/~perlin/experiments/facedemo/>

A experiência de emoção pelo companheiro virtual, como foi anteriormente referido, não necessita da presença da emoção em questão no sistema. Porém a introdução de emoção num robot pode começar pela inclusão de sistemas rudimentares perceptuais e capacidade de tomar decisões. A geração de emoção é possível através da definição de uma série de regras, atingindo assim uma forma de pensamento racional, esta metodologia é baseada no modelo de Ortony, Clore e Collins (OCC) (Ortony, Clore, & Collins, 1990), modelo que não foi concebido com o objectivo de gerar emoção, no entanto é modelo utilizado mais frequentemente. Através da racionalização, o robot consegue deduzir que uma sequência de eventos vai originar uma emoção, servindo-se do mesmo processo e aplicando-o aos eventos dele próprio, o robot consegue originar uma emoção em si mesmo (Picard, 2000, p. 64). O acto de experienciar uma emoção não estaria completo sem a existência da consciência física da emoção e de sentimentos subjectivos. Quando experienciamos uma emoção sentimos uma mudança no nosso corpo, seja uma alteração no ritmo cardíaco, aumento da corrente sanguínea ou contracção dos músculos da barriga, é algo de visceral e que nos lembra da nossa existência, é o que de mais humano possuímos. Daí a intenção de conferir essa mesma consciência ao companheiro virtual e conseguir estabelecer uma relação de empatia com o mesmo. Esta característica em conjunto com a inclusão de sentimentos subjectivos perfaz a combinação mais difícil de implementar num robot, visto que são especificações íntimas e pessoais, sendo que o seu carácter profundamente humano faz com que a sua passagem para uma máquina seja um processo muito complexo (Picard, 2000, p. 65).

Dos tópicos fundamentais da computação afectiva acima referidos resta a inteligência emocional, é esta característica que permite que o companheiro virtual consiga estabelecer empatia com o utilizador. É essencial que o agente virtual consiga reconhecer as emoções do

utilizador e responder de acordo, é esta a base da inteligência emocional, o estabelecimento de empatia, a compreensão do outro e consciência social.

A computação afectiva traça as linhas mais relevantes para a concepção de uma entidade virtual de cariz pedagógico, sendo este o objectivo do presente estudo, pretende-se utilizar os princípios defendidos para conferir ao companheiro virtual emoção e inteligência emocional, conseguindo como resultado um companheiro apelativo ao público-alvo.

3.1. AGENTES VIRTUAIS E ROBOTS SOCIÁVEIS

O campo da interacção entre o Homem, robots e agentes virtuais tem visto um crescimento acentuado nos últimos anos com a percepção de que a sua adopção pode representar diversas vantagens nas vidas dos indivíduos. No âmbito do presente estudo é pertinente traçar uma observação sobre a evolução de robots e agentes virtuais, na medida em esta suporta um estudo que vai permitir melhor concluir quais as características mais relevantes na concepção de entidades tutoras.

É possível encontrar denominações distintas para os agentes virtuais consoante diferentes investigadores que consideram que determinada denominação é mais expressiva do seu propósito. Entre as distintas designações encontram-se os termos *Embodied Conversational Agents* (ECA), *interface agent*, *virtual personality*, *life-like character* (de Vos, 2002). No contexto educacional encontramos, igualmente, várias terminologias como *pedagogical agents*, *learning companions* e *affffective learning companions*, os quais preconizam os mesmos princípios que serão explicados em maior detalhe na próxima secção.

Todavia, ainda que se verifiquem diferentes terminologias entre os agentes virtuais, todas as tipologias têm pontos em comum, as quais aqui se seguem (de Vos, 2002):

- Aparência humana ou antropomórfica. Existe na generalidade dos casos uma corporalização do agente virtual na forma humana, animal ou ficcional;
- O corpo do agente é utilizado como meio de comunicação, o que significa que a corporalização do agente tem como objectivo transmitir uma mensagem ao utilizador seja através da expressão facial, gestos, postura corporal ou animações que indicam que o sistema está em actividade;
- Utilização de protocolo de comunicação natural. A natureza da Interacção Homem Computador é bastante diferente da Interacção Homem Robot e por essa razão é vital que a interacção com um agente natural seja intuitiva e inspirada na comunicação face a face, em vez da comunicação através de botões e menus;
- Comunicação multimodal, assim como a comunicação face a face, a comunicação com agentes virtuais deve basear-se igualmente em canais distintos como a verbalização, gestos, comportamento, entre outras formas;
- Existência de um papel social, na medida em que ao contrário de um programa de computador, o agente virtual tem como objectivo cumprir uma determinada

função, seja esta relacionada com o auxílio de aprendizagem, com a conclusão de tarefas ou assistência ao utilizador.

Os agentes virtuais para além de terem de realizar as tarefas para as quais foram programados, têm igualmente que se adaptar e aprender com o ambiente no qual estão inseridos, uma vez que durante a sua vida podem deparar-se com diferentes obstáculos. As decisões são necessárias, mesmo quando não há informação ou conhecimento suficiente, daí a necessidade que os agentes se consigam adaptar e que possuam emoção, o que tal como nos seres humanos, os enriquece com a possibilidade de tomar decisões, racionalizar e aprender (Breazeal, 2003).

Na década de 50, Alan Turing publicou um artigo em que questiona a possibilidade de uma máquina desenvolver inteligência e desenvolveu um programa de imitação que desempenha o papel de um juiz. De seguida é confrontado com um humano e um computador a tentar imitar um ser humano, se o computador for tomado como o humano, então o computador é considerado inteligente (de Vos, 2002).

Na década de 60 foi desenvolvido um programa de computador que conversava com o utilizador, *ELIZA*, concebido por Weizenbaum, assume o papel de um psicoterapeuta que coloca uma série de questões tendo por base as respostas dadas anteriormente (Turtle, 2006).

Contudo foi apenas em 1994 que surgiu o primeiro agente virtual antropomórfico com produção de gestos, fala e expressões faciais, *Rea* (de Vos, 2002). Foi desenvolvido por uma das investigadoras pioneiras na área dos agentes antropomórficos, Justine Cassel¹ quando integrava o *Gesture and Narrative Language Group* do MIT Media Lab.



Figura 4: Rea a receber um cliente no seu escritório virtual. Fonte: (Cassel, 2001, p. 9)

¹ Justine Cassel é a directora actual do *Center for Technology & Social Behavior* e docente na *Northwestern University*.

Rea, Real Estate Agent é um agente virtual que desempenha a função de agente imobiliária e desenvolve conversas com potenciais compradores mostrando-lhes modelos de casas (ver Figura 4). Possui um corpo semelhante ao corpo humano e os gestos corporais e expressões faciais actuam como mediadores da conversa (Cassel, 2001, Breazeal, 2003).

Entre os robots mais mediáticos encontra-se o *Kismet*, desenvolvido por Cynthia Breazeal¹ no âmbito do *Sociable Machines Project* (Breazeal, 2000), sendo que o objectivo primordial era criar um robot socialmente inteligente que conseguisse comunicar e aprender com as pessoas, estabelecendo uma relação que se assemelhe à de uma criança e do seu cuidador. Tendo em vista este objectivo, foi implementado um sistema emocional no robot permitindo que este conseguisse desenvolver intenções, crenças, desejos e sentimentos.

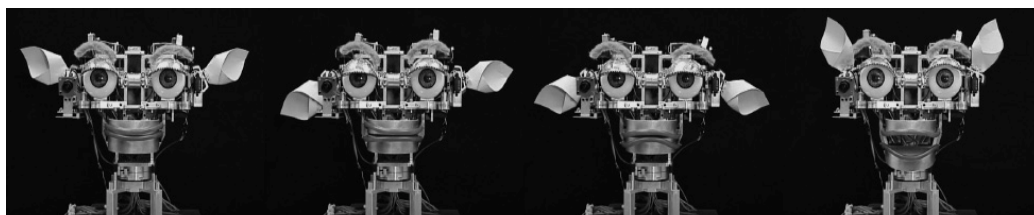


Figura 5: *Kismet* a demonstrar emoções distintas: desprezo, repugnância, tristeza e surpresa.

Fonte: (Breazeal & Scassellati, 2001, p. 8)

Kismet foi igualmente desenvolvido para ter a capacidade de perceber uma variedade de pistas da natureza social do Homem através do campo visual e auditivo e devolver sinais sociais ao seu cuidador através do olhar, expressão facial, postura corporal e vocalização (ver Figura 5) (Breazeal, Function meets Style: Insights from Emotion Theory Applied to HRI, 2003, Norman, 2004).

No âmbito do projecto ANTY foi desenvolvido o robot *Probo*² com o objectivo de atenuar a estadia de crianças nos hospitais (ver Figura 6) (Saldien *et al.*, 2008). A hospitalização tem um forte impacto nas crianças e no seu estado de espírito, sendo que alguns estudos demonstraram que a interacção com animais pode reduzir os níveis de stress nas crianças, foi concebido um robot com o objectivo de substituir a utilização de animais. Desta forma é possível evitar questões relacionadas com alergias e outras doenças que os animais portam, este fenómeno descreve uma nova tendência, a terapia utilizando robots, *Robot-Assisted Therapy* (RAT), à qual também se juntam outros robots como o cão AIBO³ desenvolvido pela Sony, o gato iCat⁴ desenvolvido pela Philips e o NECORO⁵ da Omron.

¹ Cynthia Breazeal é Professora Assistente no *MIT Media Lab*.

² <http://anty.vub.ac.be/>

³ <http://support.sony-europe.com/aibo/>

⁴ <http://www.hitech-projects.com/icat/>

⁵ <http://www.necoro.com/newsrelease/>



Figura 6: *Probo, the huggable robot*. Fonte: (Saldien et al., 2008, p. 1)

Como o *Probo* pretende substituir a presença de um animal é necessário que este reaja aos estímulos e ao contacto físico, o movimento e a comunicação também constituem elementos necessários à interacção com as crianças (Saldien et al., 2008).

A mais recente exibição do *MIT Media Lab* apresentou-nos o *Nexi* (ver Figura 7), um robot sociável concebido para assumir o papel de companheiro ou de integrar equipas de trabalho. À semelhança de *Kismet* foi desenvolvido pela equipa de Cynthia Breazeal e é igualmente denominado de robot *MDS* (*mobile, dextrous, social*), contudo, difere de *Kismet* no facto de ser um robot com um corpo completo, cabeça, tronco e pernas. Desenvolvido para ser bastante expressivo, o *Nexi MDS* está equipado com câmaras de vídeo no lugar dos olhos, microfones dentro dos ouvidos e uma câmara de infravermelhos para melhor detectar objectos, pessoas e vozes (TechTalk, 2008).

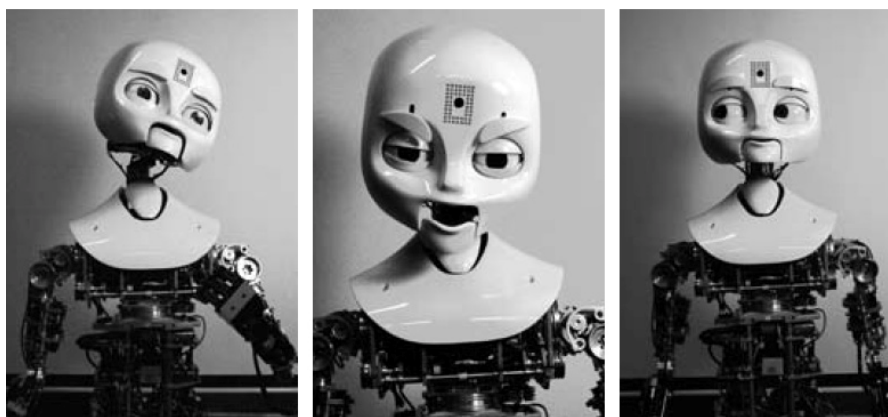


Figura 7: *Nexi MDS* do *MIT Media Lab*. Fonte: (TechTalk, 2008, p. 3)

Mais uma vez são estabelecidos os elementos primordiais na concepção de um agente virtual ou robot, elementos como o movimento corporal, expressão facial e emoção constituem a base de um robot sociável e socialmente consciente.

3.2. AGENTES PEDAGÓGICOS VIRTUAIS

A interacção com computadores é aceite como uma forma de desenvolver as funções cognitivas como a resolução de problemas, compreensão e aprendizagem. A interacção com agentes virtuais é motivante e envolvente, e sendo que também a motivação é vital no processo de aprendizagem é um objectivo tornar os agentes pedagógicos virtuais, ou entidades tutoras, divertidos conseguindo assim elevar os índices de motivação dos aprendizes (de Vos, 2002, Johnson, Rickel, & Lester, 2000, Norman, 2004).

O estabelecimento de uma relação com um agente virtual antropomórfico é mais fácil para o aprendiz, do que a interacção com o computador na sua forma original, a presença de um agente antropomórfico proporciona uma experiência mais realista e mais divertida. O aprendiz consegue desta forma atingir um nível de entusiasmo e concentração mais elevados, uma vez que está envolvido numa actividade mais vista como uma actividade lúdica, do que uma actividade de aprendizagem obrigatória. Um factor que contribui para o estabelecimento desta relação é o realismo transmitido pela entidade tutora, o que por sua vez é conseguido através da presença de personalidade no agente, o realismo é tanto maior quanto mais o agente for considerado inteligente e competente (de Vos, 2002).

O agente pedagógico virtual tem uma área de acção que não se circunscreve à comunicação verbal, é sobretudo a comunicação não-verbal que lhe confere maior realismo e confiança perante os seus utilizadores. O agente tem a capacidade de demonstrar como se efectua uma determinada tarefa, utiliza gestos para chamar a atenção do aprendiz, utiliza as expressões faciais como forma de dar *feedback* das acções do aprendiz e outras acções não-verbais (Johnson, Rickel, & Lester, 2000).

Entre os agentes pedagógicos virtuais desenvolvidos nos últimos anos destaca-se o *Steve* (*Soar Training Expert for Virtual Environments*), desenvolvido pelo *USC Information Sciences Institute's Center for Advanced Research in Technology for Education* (CARTE) com o objectivo de interagir com estudantes em meios virtuais imersivos ligados em rede, tendo ainda sido aplicado ao treino de funções navais (ver Figura 8) (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, Breazeal, Emotion and sociable humanoid robots, 2003).

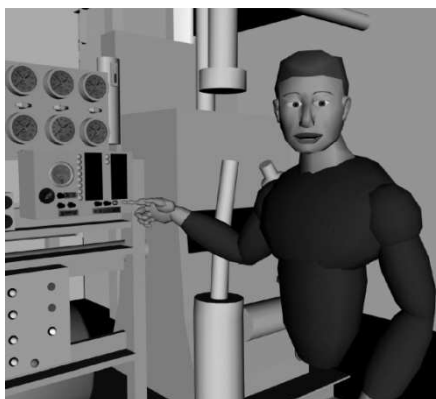


Figura 8: Steve Fonte: (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, p. 4)

Adele (*Agent for Distance Learning: Light Edition*) é mais um caso de uma entidade tutora desenvolvida também pela CARTE¹, com o objectivo de auxiliar o ensino de medicina nas *University of Southern California* e *University of Oregon* (ver Figura 9).

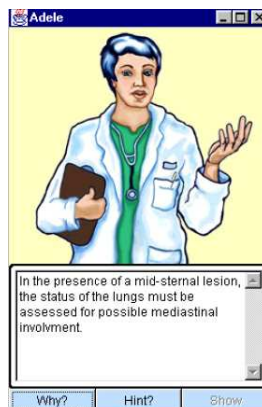


Figura 9: Adele Fonte: (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, p. 4)

Ainda outro exemplo de uma entidade tutora notabilizada é o *Herman the Bug* (ver Figura 10), desenvolvido na *North Carolina State University's IntelliMedia Initiative* é um agente que vive num meio apelidado de *Design-A-Plant*, um meio de aprendizagem do âmbito da anatomia e fisiologia botânica. Neste meio ambiente as crianças têm a oportunidade de plantar flores e plantas aptas a sobreviver naquele ambiente, o agente que conduz esta experiência, o *Herman* na forma de um insecto, entra na estrutura da planta e dá conselhos às crianças de como estas podem resolver determinados problemas, dá explicações sobre vários conceitos e pistas (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, Lester & Stone, 1997).



Figura 10: Herman the bug Fonte: (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, p. 5)

No que toca ao caso português, a investigação nesta área não é muito extensa, contudo, é possível ainda encontrar alguns investigadores a desenvolver investigação e projectos neste âmbito, como é o caso de Ana Paiva² que desenvolveu um agente pedagógico virtual, *Vincent* (ver Figura 11), (Paiva, Machado, & Martinho, 1999). Trata-se de um agente pedagógico virtual

¹ <http://www.isi.edu/~shaw/ade.html>

² Ana Paiva é docente no Instituto Superior Técnico em Portugal.

concebido para ser inserido num sistema de aprendizagem numa plataforma *Web*, TEMAI, que dá formação a funcionários portugueses de empresas de calçado. A função de Vincent é acompanhar os funcionários nas suas actividades de formação através da contextualização de assuntos e de constante motivação.



Figura 11: Vincent mostra-se descontente. Fonte: (Paiva, Machado, & Martinho, 1999, p. 51)

O poder motivacional conferido pelas entidades tutoras virtuais é inegável, a questão que se coloca é de que forma é alcançado este sucesso. Um ponto-chave é a demonstração da tarefa, por vezes o simples acto de apresentar uma explicação de como se processa determinada tarefa não é suficiente, a demonstração constitui uma forma mais acessível para o aprendiz compreender o que e como deve fazer determinada tarefa.

Por outro lado, a orientação dada ao aprendiz é muito mais pessoal e direccionada às necessidades específicas do aprendiz, também a imersão em ambientes virtuais permite ao aprendiz desenvolver as suas capacidades espaciais. Tal como já foi referido, a gesticulação constitui uma forma de manter a motivação e o envolvimento no aluno, uma vez que permite direccionar a atenção do aprendiz àquilo que o agente virtual considera importante que o aprendiz saiba ou repare.

A comunicação não-verbal e os sinais despoletados durante a interacção são igualmente factores importantes nesta questão, contudo, destaca-se a expressão e o despertar de emoção como factores-chave na motivação do aluno. Um agente que consiga expressar e captar emoção permite passar ao aprendiz uma imagem de preocupação, de entusiasmo e encorajamento ao aprendiz quando este assim o necessita. Destaca-se ainda o facto de o agente se conseguir adaptar às necessidades constantes do aprendiz, a entidade tutora deve conseguir responder às dúvidas do aprendiz, gerar explicações, monitorizar as capacidades do aprendiz e agir de acordo com as acções do aprendiz ao mesmo tempo. Apenas desta forma, o agente virtual conseguirá manter o controlo sobre aquilo que tem que saber, gerar e devolver ao aprendiz, funcionando perfeitamente e cumprindo as suas tarefas (Johnson, Rickel, & Lester, 2000).

3.3. INTELLIGENT TUTORING SYSTEM

Os *Intelligent Tutoring Systems* (ITS) surgem como sistemas de aprendizagem baseados em computador e apresentam-se como uma nova estratégia na aprendizagem e na captação do envolvimento dos alunos. É oferecida uma instrução individualizada, sendo que existe uma

adaptação do sistema ao conhecimento prévio do aluno, às suas capacidades de aprendizagem e necessidades individuais (Sarrafzadeh *et al.*, 2007).

O conceito de ITS começou a desenvolver-se na década de 70 (Corbett, Koedinger, & Anderson, 1997) com o intuito de conferir um tutor privado e individualizado a cada aluno através da utilização de Inteligência Artificial. O objectivo essencial prendia-se com o envolvimento e cativação do aluno, o acompanhamento das suas acções bem como do seu progresso, sendo igualmente relevante o *feedback* e conselhos dados ao aluno, tendo em vista a resolução de problemas.

Todavia desde o seu surgimento os ITS sofreram alterações que se prendem com a presença de agentes pedagógicos virtuais. A importância dos agentes pedagógicos virtuais relaciona-se directamente com a corporalização, visibilidade e personalidade que são conferidos ao sistema. A capacidade de conversar e de proporcionar uma interacção mais realista com o aluno são as bases do sucesso de um sistema desta natureza, na medida em que é criada uma relação interpessoal entre ambos os intervenientes o que facilita o processo de aprendizagem (Gulz & Haake, 2005).

Um ITS tem por base na sua concepção, técnicas de Inteligência Artificial para aprendizagem assistida por computador e é composto essencialmente por quatro componentes presentes na Figura 12, o modelo do aluno, o modelo pedagógico, o domínio de conhecimento e o modelo de comunicação. O modelo do aluno armazena informação específica para cada aprendiz, para a qual o modelo pedagógico atribui a correspondente estratégia de ensino a aplicar. Por sua vez, esta estratégia é aplicada ao domínio de conhecimento que gera um bloco de conhecimento a ser apresentado ao aprendiz através do modelo de comunicação, funcionando este como uma interface entre o sistema e o aluno. No momento em que o aprendiz responde o modelo do aluno é actualizado e o processo repete-se.

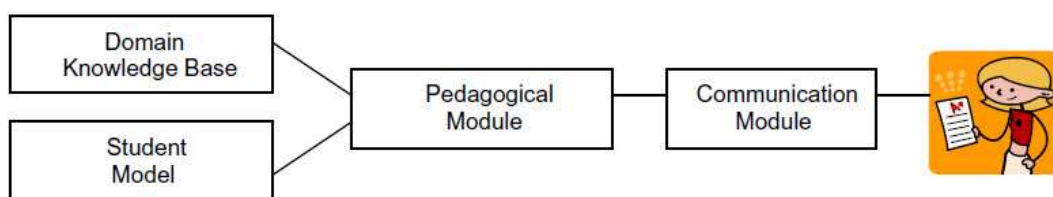


Figura 12: Componentes de um *Intelligent Tutoring System*. Fonte: (Sarrafzadeh *et al.*, 2007, p. 1345)

O modelo do aluno é o componente mais importante de um ITS, na medida em que permite guardar informações relevantes para a geração de conhecimento e apoio individualizado. Sem informação sobre o conhecimento já previamente adquirido, conhecimento incorrecto ou conhecimento em falta seria impossível colmatar as falhas na aprendizagem do aluno e, por conseguinte, conferir a devida relevância à utilização de ITS.

Uma vertente essencial no sucesso da utilização destes sistemas é a atenção prestada em tempo real ao comportamento não-verbal dos aprendizes, uma vez que irá permitir efectuar ajustes quando for detectada desmotivação no aluno.

Entre as formas de detectar e entender as emoções vividas pelos aprendizes encontram-se as expressões faciais, a forma mais imediata de expressão de emoções. Os gestos também se Figuram como mecanismos que facilitam a percepção de emoções, uma vez que os olhos, as mãos, sobrancelhas conseguem ser tão expressivas como as próprias palavras.

Foram desenvolvidos alguns ITS que demonstram emoção através de um agente ou entidade pedagógica virtual. A presença destes agentes ou entidades nestes sistemas relaciona-se com a criação de uma relação mais íntima entre o aluno e o sistema, criando a oportunidade de se desenrolarem interacções mais naturais e que inspirem confiança no aluno (Johnson, Rickel, & Lester, 2000). Os agentes tutores podem demonstrar como fazer determinada função, pode aumentar o nível de interesse e de motivação do aprendiz para completar uma tarefa, como defende *Johnson et al.* “*Thus, animated pedagogical agents present two key advantages over earlier work: they increase the bandwidth of communication between students and computers, and they increase the computer’s ability to engage and motivate students*” (Johnson, Rickel, & Lester, 2000, p. 2).

Com o desenvolvimento de ITS pretende-se aperfeiçoar o processo de aprendizagem através da concepção de novos modelos de pedagogia computacional capazes de transformar a abordagem tradicional de monitorização dos alunos. Assim, o objectivo é detectar estados de desatenção, aborrecimento, confusão, ansiedade, e posteriormente traçar uma estratégia educativa para motivar o aluno seja através da mudança de conteúdos apresentados ou apresentação de conteúdos já expostos para nova revisão.

Em última análise a inserção de agentes pedagógicos virtuais representa o esforço de conferir uma certa humanização ao processo de aprendizagem através de ITS, “*The addition of animated agents to intelligent tutoring systems can, in other words, be seen as an attempt to fulfil the need for a social context for learning in these systems*” (Gulz & Haake, 2005, p. 323).

3.4. AFFECTIVE TUTORING SYSTEM

Um facto já globalmente reconhecido é o facto de as emoções terem o poder de influenciar a aprendizagem. O stress ou preocupação podem baixar consideravelmente os níveis de atenção dos alunos, assim como estados de êxtase ou excitação. Por conseguinte, tem-se revelado evidente a necessidade de detectar o estado emocional do aprendiz, de maneira a responder de forma apropriada às emoções demonstradas pelos alunos (Sarrafzadeh *et al.*, 2007). Foi, assim, introduzido o conceito de *Affective Tutoring System* (ATS) por Pickard, tendo em vista o desenvolvimento de sistemas de aprendizagem assistidos por computador que mantivessem constantemente o processo de verificação das emoções dos

aprendizes. Desta forma, a interacção entre aluno e computador estaria sempre provida do máximo envolvimento do aluno.

Apesar de os ATS se encontrarem ainda em período de desenvolvimento existe já uma proposta da sua arquitectura de Sarrafzadeh *et al.*, com algumas similitudes com os ITS. Composto por quatro componentes, um ATS, possui o modelo do aluno, um conjunto de estratégias tutoriais, um domínio de conhecimento e um modelo tutorial que irá estabelecer o contacto com o aprendiz. O modelo do aluno encontra-se dividido em duas partes, a primeira que analisa as respostas dos alunos às questões e a segunda que analisa o comportamento não-verbal do aluno, sendo esta componente conseguida através da análise de imagens da parte superior do corpo do aluno, bem como da face para detectar gestos e movimentos. O modelo tutorial terá como função principal a selecção das estratégias tutoriais adequadas, tendo por base o modelo do aluno. O conteúdo do domínio do conhecimento será de seguida utilizado como base nas estratégias tutoriais (ver Figura 13) (Sarrafzadeh *et al.*, 2007).

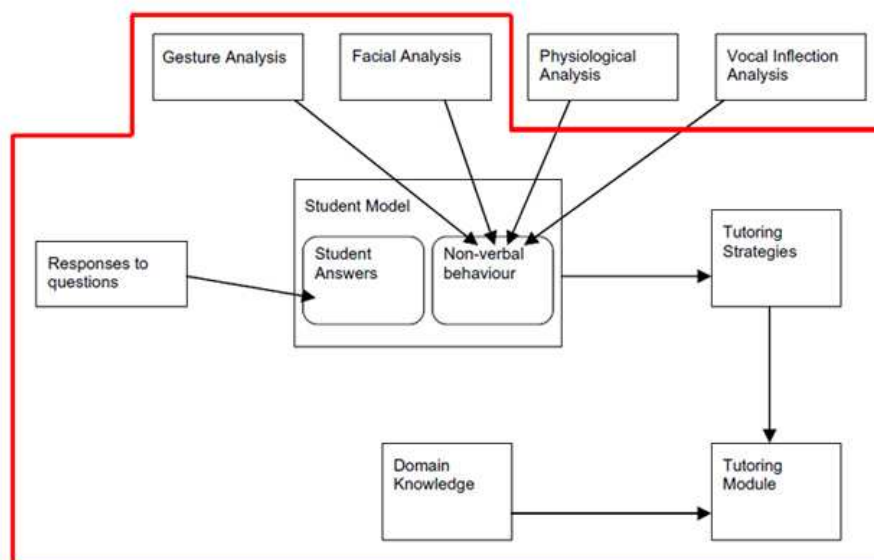


Figura 13: Modelo de arquitectura de um *Affective Tutoring System*. Fonte: (Sarrafzadeh *et al.*, 2007, p. 1347)

Um exemplo de um ATS é o *Easy with Eve* (Sarrafzadeh *et al.*, 2007), demonstrada na Figura 14, um ATS criado no âmbito do projecto *New Zealand Numeracy Project* em 2007 para auxiliar a aprendizagem de matemática ao nível básico, cumprindo as suas funções de detecção e expressão de emoção. Neste caso existem duas formas de detectar o estado emocional do aluno, uma das formas prende-se com a detecção de emoções baseando-se nas expressões físicas, o caso da análise das expressões faciais, análise de gestos e análise de voz. A segunda prende-se com métodos que pretendem prever emoções baseando-se na compreensão das suas causas (Sarrafzadeh *et al.*, 2007).

As acções tutoras do ATS *Eve* englobam dar *feedback* ao aluno, colocar questões, discutir problemas, dar conselhos e por vezes dar respostas a questões quando assim for

necessário. As acções levadas a cabo por *Eve* foram concebidas tendo por base a observação e estudo de tutores humanos e a forma como estes interagem com os seus alunos, esta medida prende-se com o objectivo de criar um sistema de apoio à aprendizagem pertinente e com métodos pedagógicos aceites e defendidos pela comunidade científica.



Figura 14: *Eve*, exemplo de um *Affective Tutoring System*. Fonte: (Sarrafzadeh et al., 2007 p. 1359)

A interacção entre aluno e o ATS baseia-se na constante troca de informação entre ambos, a cada resposta que o aluno dá à questão colocada o sistema de *Eve* actualiza a sua informação, desta forma a sua história com o aprendiz está sempre ao nível actual da aprendizagem.

4. O PAPEL DA EMOÇÃO NA INTERACÇÃO HOMEM-COMPUTADOR

Até à presente data foi já vastamente aceite a noção de que as emoções desempenham uma função vital na comunicação e interacção humana. Com o crescimento de máquinas inteligentes aumentou também a preocupação com a Interacção Homem-Computador (IHC), uma área vastamente estudada que até recentemente se focalizava mais na eficiência e eficácia de uso ou usabilidade, contudo o que é relevante para o presente estudo é abordar de que forma poderá esta interacção progredir. A introdução de agentes virtuais no quotidiano das pessoas requer a conceptualização de estratégias que faça com que a sua relação funcione da melhor forma (Pfeifer, 1993), essa mesma estratégia tem que passar necessariamente pela introdução de emoção nos agentes virtuais, como também já concluímos nas secções anteriores.

O âmbito de investigação da computação afectiva tem a possibilidade de afectar positivamente a IHC ao avaliar quais são as situações de frustração para o utilizador e, assim, reduzir a frustração durante a interacção. A frustração seria igualmente atenuada através do aperfeiçoamento de expressão de emoção entre o utilizador e a máquina, desta forma o

utilizador vai sentir uma maior identificação com o sistema. Uma vez que o grande objectivo de muitos investigadores é criar uma máquina inteligente que consiga ajudar o utilizador a aumentar a sua própria inteligência, não devemos descurar a intervenção da emoção nesta área. A emoção está intrinsecamente ligada à inteligência e à cognição e como tal deve ser mantida em primeiro plano (Picard, 1999).

A focalização está presentemente no utilizador, é o sistema que tem que se adaptar ao utilizador e não o contrário, o que acrescenta a necessidade de traçar novas exigências para que a IHC seja eficaz e satisfatória (Hudlicka, 2003). É necessário desenvolver um sistema colaborativo em que as duas partes assumam papéis e funções diferentes (ver Figura 15), “*It can mean recognizing user affect, adapting to the user’s affective state, generating affective behaviour by the machine, modeling user’s affective states, or generating affective states within an agent’s cognitive architecture*” (Hudlicka, 2003, p. 3).

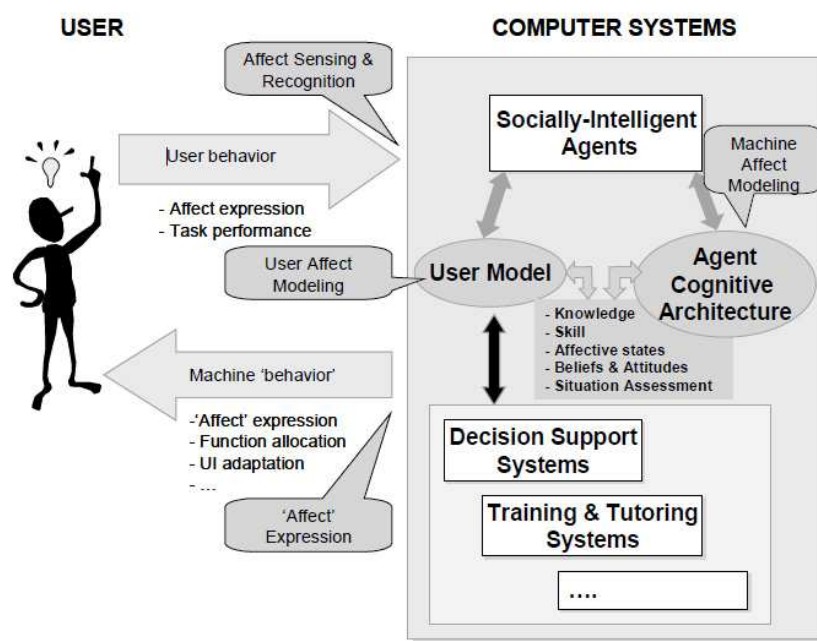


Figura 15: Proposta do modelo ideal de investigação da computação afectiva no âmbito da IHC.

Fonte: (Hudlicka, 2003, p. 3)

Tal como os seres humanos necessitam de emoção para viver uma vida completa, podemos assumir que o mesmo acontece com os agentes virtuais e com a IHC, especialmente se reconhecermos que a emoção pode ser considerada uma forma de processar informação (Hudlicka, 2003).

4.1. HUMAN-ROBOT INTERACTION

A Interação Homem-Robot (IHR) é uma recente sub-área de investigação da IHC e caracteriza-se pelo interesse em agentes virtuais autónomos. Ainda que a IHR e a IHC sejam campos de estudo com pontos comuns, é possível identificar aspectos em que se distanciam.

As dimensões que distinguem a IHR da IHC compreendem os níveis da interacção humana, a necessidade de interacção no meio ambiente por parte do robot, a tendência natural que os robots possuem de desenvolver problemas ao nível do *hardware* e o meio em que as interacções decorrem (Yanco & Drury, 2002).

Com a evolução da ciência, a concepção de robots e sistemas inteligentes tornou-se mais sofisticada, os robots pouco interactivos e comandados pelo Homem deram lugar a divertidos brinquedos robotizados. A maior parte das pessoas sente uma empatia diferente com um robot do que com outro sistema computacional, uma empatia talvez resultante da literatura e cinema de ficção científica, que nos habituou a seres amigáveis e antropomórficos, o que cria uma identificação automática com estas criaturas (Kiesler & Hinds, 2004, Breazeal & Brooks, 2003).

O advento dos primeiros robots interactivos semeou nos investigadores a vontade de desenvolver robots mais sociáveis e mais semelhantes ao ser humano, com o intuito de criar novas redes de relação (Breazeal, 2003). Para que estas novas redes de relações se expandam o indivíduo deve conseguir interpretar a informação enviada pelo robot, enquanto o robot tem que assumir um comportamento socialmente aceitável e respeitável (Scholtz, 2002).

A expansão da robótica conduziu à estipulação de quatro paradigmas distintos da IHR: o robot como ferramenta; o robot como uma extensão; o robot como avatar; e o robot como um companheiro sociável (Breazeal, 2003).

Cada um dos paradigmas é definido pela ideia que o utilizador forma ao querer interagir com aquele robot em particular. No primeiro caso o robot é visto como uma ferramenta capaz de concluir uma determinada tarefa. No segundo caso o robot é encarado como uma extensão do utilizador, o que pode acontecer no caso de o utilizador ter sofrido um acidente ou cirurgia resultando na remoção de algum membro do seu corpo, neste caso, o utilizador pode ter um braço ou perna cibernética. No terceiro caso, o utilizador serve-se do robot como forma de comunicar com alguém que não se encontra no mesmo espaço físico, o que pode dar uma maior sensação de presença e realismo à pessoa com a qual comunicamos. Por último, no quarto caso em que o robot é visto como um companheiro sociável, o utilizador ao interagir com o robot tem a sensação de estar a socializar com uma entidade amigável e socialmente consciente (Breazeal & Brooks, 2003).

Em última análise, a IHR pretende aumentar o conhecimento de como se processa a interacção entre o Homem e a tecnologia na forma de um robot, o que resulta no crescimento do conhecimento sobre como deverá ser feita a concepção de um robot que interaja efectivamente com o Homem. Já as considerações ao nível do design devem focar a morfologia do robot, bem como a sua aparência estética, capacidades físicas, capacidades perceptuais, expressividade e inteligência criando um robot harmonioso em todos os aspectos que o constituem (Breazeal, 2003).

4.2. INTELLIGENT USER INTERFACES

Os *Intelligent user interfaces*, IUI, surgem como um campo de estudo da Interação Homem-Computador, ICH. O seu principal objectivo prende-se com o melhoramento da interacção entre o Homem e o computador através da utilização de estratégias inovadoras e inteligentes, sendo que este campo se expande até à interacção com outras máquinas computacionais, como por exemplo, os robots, utilizando sempre como mote a inteligência artificial (Ehlert, 2003).

Os IUI exploram, com as suas potencialidades, o aperfeiçoamento de várias questões. A criação de sistemas personalizados é uma das vertentes exploradas, é tomado em conta diferentes hábitos, preferências, metodologias de cada utilizador e deste modo, a interface responde de forma individualizada a cada utilizador adaptando-se às suas necessidades.

Outra área abordada é a ajuda conferida ao utilizador na interacção com novos e complexos programas. Alguns sistemas de computadores oferecem soluções de interacção pouco simples, o que pode causar um decréscimo de motivação no utilizador, nesta medida os IUI podem contribuir com a detecção e correcção de erros, explanação de novos conceitos e dicas que simplifiquem a realização de tarefas (Ehlert, 2003).

O objectivo primordial dos IUI é evitar que o utilizador tenha que se adaptar à interface, mas antes que a interface se adapte às necessidades do utilizador e ao seu ambiente, através da detecção das especificidades de cada utilizador.

Um *user interface* convencional caracteriza-se por ser um método de comunicação entre um utilizador humano e uma máquina. Ao introduzir o termo inteligente e analisando o resultado, um *Intelligent User Interface*, é possível verificar que é utilizada tecnologia inteligente para conseguir a comunicação entre o ser humano e a máquina. Desta forma, alcançamos o cerne do propósito dos IUI, “*IUIs are interfaces with the ability to adapt to the user, communicate with the user, and solve problems for the user.*” (Ehlert, 2003, p. 3)

No que às propriedades dos IUI diz respeito, o ponto fulcral centra-se no aperfeiçoamento da comunicação entre o utilizador e a máquina. Este aperfeiçoamento pode acontecer através de técnicas como a inserção de tecnologia inteligente como o *tracking* e reconhecimento de gestos e reconhecimento de expressões faciais. A possibilidade do sistema adquirir conhecimento através da informação inserida pelo utilizador, contribui, igualmente, para melhorar a interacção com o utilizador, a adaptação da máquina a diferentes utilizadores e diferentes situações incluem-se conjuntamente nas técnicas utilizadas para promover a comunicação entre utilizador e máquina. Por fim, surgem as técnicas relacionadas com a geração de respostas para o utilizador, em que o sistema explica os resultados recorrendo a mensagens de voz, através de *intelligent user agents* e *feedback* táctil num ambiente de realidade virtual (Ehlert, 2003).

Para além do melhoramento da comunicação homem-máquina, destacam-se como propriedades dos IUI a personalização e a flexibilidade do sistema. A personalização prende-se com a adaptação do sistema ao comportamento do utilizador, bem como do conhecimento e

capacidades demonstradas. As informações necessárias à personalização podem ser obtidas através do histórico da interacção do utilizador com o sistema. No respeitante à flexibilidade, esta é conseguida pela adaptação ou aprendizagem, sendo que a adaptação toma partido do conhecimento armazenado ou informação inserida pelo utilizador e a aprendizagem acontece quando o conhecimento armazenado é modificado com o intuito de exibir nova informação.

Visto que os IUI assentam na adaptação ao utilizador e na personalização, o processo de design de um IUI deve passar por cinco fases fundamentais. Estas compreendem a análise dos utilizadores ou público-alvo, da aplicação e meio envolvente; desenvolvimento e implementação de um protótipo de metáforas de interface; avaliação do sistema desenvolvido; efectuação de ajustamentos baseados nos resultados da avaliação efectuada e retorno à fase dois; actualização das ferramentas de construção de interfaces tendo em vista a agregação de novas técnicas e metáforas (Ehlert, 2003).

Um exemplo de um IUI é o programa *LookOut* desenvolvido pela *Microsoft Research* e apresentado em 1999 na *Conference on Human Factors in Computing Systems* com o objectivo de detectar compromissos nas mensagens de *email* do utilizador e apontá-los na sua agenda electrónica do *Microsoft Outlook* (Ehlert, 2003). A interacção pode ser feita através de manipulação directa ou através de um agente virtual, o sistema oferece ainda a possibilidade de o utilizador tomar a responsabilidade de marcar os próprios compromissos, ou de delegar essa mesma responsabilidade no sistema e ainda propor novos compromissos.

4.2.1. INTELLIGENT INTERFACE AGENTS

Um agente inteligente é uma entidade computacional que consegue efectuar tarefas incumbidas e é autónoma para completar a tarefa sem a necessidade de instruções expressas. A capacidade de aprendizagem faz também parte das características de agentes inteligentes, esta capacidade permite que os agentes se adaptem a novas situações e aprendam como o utilizador prefere interagir (Ehlert, 2003).

Por outro lado, um *intelligent interface agent* tem como principal propósito auxiliar o utilizador a completar a sua tarefa, no fundo funciona como um assistente do utilizador. O agente pode tomar a iniciativa ao invés de esperar por instruções e, ainda, fornecer informação ao utilizador, detectar e corrigir erros do mesmo. A função do agente é observar a interacção do utilizador com o sistema, aprendendo com a mesma, de maneira a poder mais tarde interagir com os dois intervenientes. A maioria dos agentes permite a criação de um modelo do utilizador onde armazena as suas preferências, tendo em vista uma maior personalização do sistema (Ehlert, 2003).

Esta tipologia de agentes demonstra uma personalidade semelhante à humana, bem como inteligência, o que permite ao utilizador ter uma interacção mais natural e intuitiva à semelhança das restantes tipologias de agentes virtuais. Uma desvantagem apontada ao agente é o facto de o utilizador não saber quais as capacidades e potencialidades completas do agente.

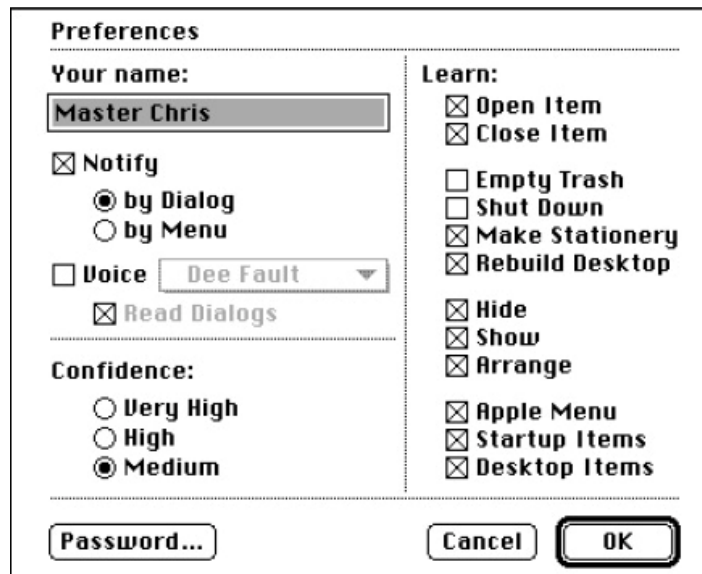


Figura 16: Exemplo do ecrã de preferências do Open Sesame!. Fonte: (Hoyle & Lueg, 1997, p. 3)

Como exemplo de um *intelligent interface agent* apresentamos o *Open Sesame!* (ver Figura 16). Desenvolvido pela *Charles River Analytics*, a sua função é assumir o controlo das tarefas repetitivas, inicialmente observa a actividade do utilizador e detecta padrões de realização de tarefas. Após a fase inicial, o *Open Sesame!* sugere ao utilizador que torne uma determinada tarefa automática, e nesse caso será o sistema a fazê-la, dando inclusivamente sugestões (Hoyle & Lueg, 1997).

5. INTERFACE EMOCIONAL

O estudo delineado até ao presente momento culmina na exposição das múltiplas facetas encontradas na geração de uma entidade virtual de índole pedagógica.

A emoção e sua caracterização como factor humanizante, bem como os modelos que podem servir de base para gerar emoção em robots e agentes virtuais. As expressões faciais que surgem como forma de exteriorizar as emoções e como tal graças aos modelos de medição de emoção é possível concluir quais as áreas da face a alterar de forma a expressar as emoções pretendidas. A personalidade constitui, de igual forma, uma componente extremamente importante para o estabelecimento de empatia com o utilizador e como tal para simular a personalidade desejada para um agente virtual é possível recorrer a estratégias distintas. E por fim, surge a memória como elemento relevante para a entidade virtual, uma vez que é um factor determinante para a aprendizagem e armazenagem de informação.

5.1. EMOÇÃO

As emoções são um factor comum ao ser humano e aos animais, todavia as emoções nos humanos possuem um carácter especial, na medida em que estas se interligam com as nossas acções, valores e juízos intrínsecos à vida humana. O impacto das emoções depende directamente dos sentimentos originados por essas emoções, sendo que os sentimentos permitem que as emoções afectem a mente. Sem emoções não seríamos capazes de tirar prazer da vida e de apreciar o que nos rodeia, são as emoções que conferem importância e significado às coisas (Gross, 1999, Ekman, Basic Emotions, 1999).

A emoção divide-se em seis emoções primárias ou universais: felicidade, tristeza, surpresa, medo, repulsa e cólera (Gleitman, 1993, Herbon *et al.*, 2005), emoções secundárias ou sociais, estas incluem a vergonha, ciúme, culpa e orgulho, e por fim, emoções de fundo, como o bem-estar, mal-estar, a calma e a tensão.

Damásio (Damásio, 1996) distingue as emoções em duas vertentes, as emoções iniciais que designa de emoções primárias e as emoções adultas são designadas como emoções secundárias. No que diz respeito às emoções primárias é colocada a questão da possibilidade de estarmos dotados de respostas emocionais desde o momento do nosso nascimento. Um facto assente é estarmos projectados para reagir de determinada forma com uma emoção quando nos deparamos com determinadas características de um estímulo. Estas são processadas e detectadas por uma componente do sistema límbico do cérebro, a amígdala, os núcleos neuronais que contêm uma representação de disposições desencadeiam a activação de um estado do corpo e que altera o processamento cognitivo fazendo a correspondência ao estado sentido (Damásio, 1996, p. 146). De seguida dá-se a sensação da emoção, isto é, o entendimento da relação que se estabeleceu entre o objecto e o estado emocional do corpo, esta consciência da emoção que se está a experienciar permite-nos criar uma resposta mais maleável tendo por base a experiência prévia com o meio ambiente. As emoções primárias, como o nome indica, relacionam-se directamente com o instinto, o inato e, logo, com a rede de circuitos do sistema límbico, porém, aqui não se circunscrevem toda a escala da emoção e seus comportamentos. A emoção primária encontra-se na base, contudo, o desenvolvimento do comportamento humano necessita das emoções secundárias, sendo que o sistema límbico unicamente não as suporta.

Por outro lado, as emoções secundárias implicam um processo mais complexo, causando alterações do estado físico em consequência da experiência da emoção, as alterações físicas podem dar-se ao nível do funcionamento das vísceras, incluindo-se aqui pele, intestinos, pulmões e coração, musculatura esquelética e glândulas endócrinas (Damásio, 1996, p. 149). Das reacções mais comuns a emoções fortes destacam-se os suores, a alteração do ritmo cardíaco, aumento da corrente sanguínea e alteração do estado dos músculos. Estas alterações são o produto de um processo que se inicia com a consciência das considerações relacionadas com uma pessoa ou situação, as considerações exprimem-se através de imagens mentais que se mantêm organizadas e que envolvem vários aspectos

sobre a pessoa ou situação e que a constituem. As imagens mentais surgem como representações presentes em vários córtices sensoriais. De seguida, as redes do córtex pré-frontal reagem de forma automática e involuntária aos sinais originados pelo processamento das imagens mentais, a representação criada no córtex pré-frontal procedem de representações de disposições adquiridas, ao invés de disposições inatas, ainda que as disposições adquiridas resultem da influência das disposições inatas. Isto significa que os estímulos para as diferentes emoções são distintos, as disposições adquiridas são necessárias para as emoções secundárias e as disposições inatas são necessárias para experienciar emoções primárias. Para concluir o processo, as disposições no córtex pré-frontal impulsionam os núcleos do sistema nervoso e enviam sinais ao corpo através dos nervos periféricos afectando as vísceras, enviam igualmente sinais ao sistema motor que desencadeia a resposta ao nível da musculatura esquelética através das expressões faciais e corporais. Seguidamente são activados os sistemas endócrinos e peptídico que despoletam as alterações do estado do corpo e do cérebro e, por fim, são activados os núcleos neurotransmissores não específicos no tronco cerebral e prosencéfalo basal que originam diversas mensagens químicas em múltiplas regiões do telencéfalo (Damásio, 1996, p. 149-153). Todas as acções descritas unem-se em harmonia e despoletam um estado emocional que é representado no sistema límbico e no sistema somatossensorial.

A emoção pode ser vista como a *“ colecção de mudanças no estado do corpo que são induzidas numa infinidade de órgãos através das terminações das células nervosas sob o controlo de um sistema cerebral dedicado, o qual responde ao conteúdo dos pensamentos relativos a uma determinada entidade ou acontecimento ”* (Damásio, 1996, p. 153).

Damásio (Damásio, 2000) define as emoções como sendo um conjunto complexo de respostas químicas e neurais que se organizam de maneira a formar um padrão. Estas executam um papel regulador que leva à criação de situações benéficas para o organismo, sendo que a sua finalidade se prende com a manutenção da vida do organismo. *“ (...) as emoções são processos biologicamente determinados, dependentes de dispositivos cerebrais estabelecidos de forma inata e sedimentados por uma longa história evolucionária.”* (Damásio, 2000, p. 72) Estes dispositivos encontram-se num pequeno grupo de regiões cerebrais e podem ser activados automaticamente com uma variação individual e com influência da cultura em que se insere cada indivíduo.

As emoções expressam-se através do corpo, as respostas emocionais resultam em modificações profundas no corpo, estas modificações são visíveis e semelhantes nas mais diferentes culturas, visto que constituem as emoções de fundo. Estas são perceptíveis quando um indivíduo está zangado, triste, entusiasmado, ou seja, são as emoções mais instintivas com que nos deparamos e são originadas por processos fisiológicos ou por interacções com o meio ambiente, ou ambas em alguns casos.

Damásio (Damásio, 2000) divide a função biológica das emoções em duas vertentes. Na primeira vertente é despoletada uma reacção específica à situação apresentada, sendo que entre as reacções possíveis podem encontrar-se a fuga, a imobilização, ataque ou resposta agradável. A segunda vertente prende-se com a regulação do estado interno do organismo, de maneira a que este esteja preparado para a reacção específica, como por exemplo o aumento da circulação sanguínea para as pernas para preparar uma fuga.

As emoções preparam o organismo para desencadear comportamentos que assegurem a sobrevivência. Uma componente importante para a experiência de emoções é a consciência, é esta que permite que os sentimentos sejam conhecidos e que haja um impacto interno decorrente da emoção (Damásio, 2000).

De acordo com William James a emoção é transmitida através do corpo, é visível. O corpo demonstra a emoção através da excitação, o corpo é parte integrante do processo de sentir uma emoção. James defende que a consciência do estímulo e da mudança física inicia o processo, sendo que a cognição desempenha um papel muito relevante neste sistema (Ellsworth, 1994). A teoria de James preconiza “*a existência de um mecanismo básico em que determinados estímulos no meio ambiente excitam, através de um mecanismo inflexível e predeterminados à nascença, um padrão específico de reacção no corpo. (...) Cada objecto que excita um instinto excita também uma emoção.*” (Damásio, 1996, p. 145)

Ekman (Ekman, 1999), contudo, discorda com esta visão mais redutora de James, defendendo que pode não existir necessariamente uma exteriorização da emoção, uma vez que possuímos a capacidade de disfarçar ou atenuar aquilo que estamos a sentir. Ekman afirma ainda que para além de poder existir emoção sem expressão, pode dar-se o contrário, expressão sem emoção, que provém mais uma vez da capacidade do ser humano em simular emoções (Ekman, 1999).

No que diz respeito à geração de emoção destaca-se o modelo OCC desenvolvido por Ortony, Clore e Collins em 1988 (Ortony, Clore, & Collins, 1990), tendo-se estabelecido como o modelo *standard* para a geração de emoção em agentes. Para que os agentes virtuais e robots consigam sentir e expressar emoção é necessário implementar um modelo de emoção que capacite os robots a sentir da mesma forma que o ser humano. O modelo deve avaliar todas as situações com que o robot se poderá deparar e devolver uma estrutura para as variáveis que determinam a intensidade da emoção (ver Figura 17) (Bartneck, 2002).

No modelo OCC são definidas 22 categorias de emoções baseadas em reacções a várias situações, sejam eventos relevantes para atingir um objectivo, eventos atractivos ou pouco atractivos. Também prevê a familiaridade com uma situação ou objecto o que determina igualmente a intensidade da emoção, o que demonstra um nível de complexidade capaz de abarcar uma diversidade de situações com que o agente poder-se-á deparar (Bartneck, 2002).

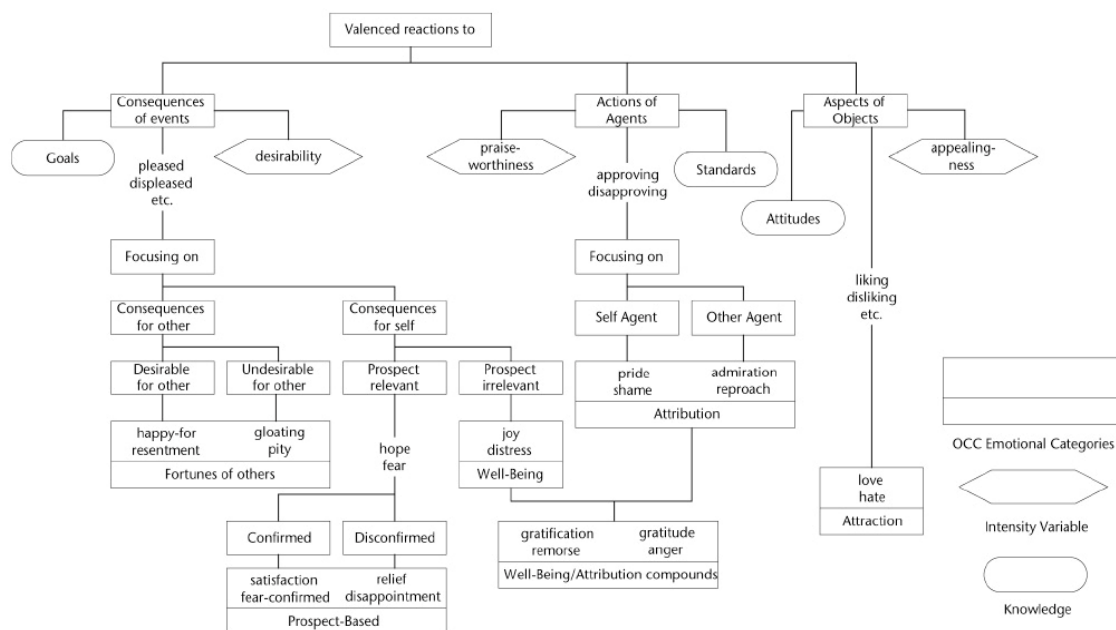


Figura 17: Modelo OCC. Fonte: (Bartneck, 2002, p. 1)

O processo de aplicação do modelo e geração decorre em 5 fases distintas: classificação, em que o agente avalia a situação e quais as categorias emocionais que são afectadas; quantificação, fase na qual o agente calcula a intensidade da categoria emocional afectada; interacção, fase em que o valor emocional definido nas fases de classificação e quantificação interage com as categorias emocionais actuais do agente; mapeamento, fase em que as 22 categorias emocionais são mapeadas com o objectivo de reduzir o número de categorias emocionais envolvidas; e por fim, expressão, fase em que o estado emocional é manifestado através das expressões faciais e influencia o comportamento do agente (Bartneck, 2002).

A integração do modelo OCC na concepção de um companheiro virtual é o primeiro passo, é o início de uma jornada que embarca a conceptualização de várias componentes que quando finalizadas resultam num ser sociável, civilizado, capaz de interagir com o ser humano de forma natural e até desenvolver uma relação a longo termo baseada numa troca sincera de sentimentos e experiências.

O desenvolvimento de tal companheiro não estará completo até serem integradas as restantes componentes que fazem deste um agente passível de se socializar, como as expressões faciais, personalidade e memória, apresentadas de seguida.

5.2. EXPRESSÕES FACIAIS

Em meados da década de 60 o estudo das expressões faciais era ainda muito incipiente e tinha como pressuposto que as expressões distinguiam as diferentes culturas, à excepção dos estudos de Charles Darwin que, na sua obra *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, defendia o facto de as expressões de emoção serem iguais em toda as partes do

mundo. Foram, contudo, apontadas três falhas na teoria de Darwin, a primeira relaciona-se com o facto de ter estudado apenas 8 locais diferentes, a segunda relaciona-se com o facto de ter perguntado a ingleses estabelecidos nos 8 locais de estudo as questões que formulou e não à população local. A terceira e última falha prende-se com o facto de as questões formuladas serem um pouco sugestivas o que poderia levar a que as pessoas respondessem da forma que ele esperaria (Ekman, *Facial Expressions*, 1999).

Uma das poucas posições contrariantes foi tomada por Silvan Tomkins¹ e que inspirou Ekman a desenvolver vários estudos para confirmar a universalidade da expressão de emoções. A população da Nova Guiné foi escolhida como alvo de estudo da emoção e da sua expressão, uma vez que é uma cultura isolada e sem acesso aos *media*, foi a escolha ideal para demonstrar que na generalidade todos respondemos da mesma forma a determinadas situações, como a morte de alguém querido, um reencontro ou um susto (ver Figura 18).



Figura 18: Expressões faciais de habitante da Nova Guiné. Fonte: (Ekman, *Facial Expressions*, 1999, p. 8)

As expressões espontâneas às emoções básicas são semelhantes em todas as culturas, e todas as culturas identificam as mesmas emoções demonstradas em várias fotografias, como é possível verificar na Figura 19 (Ekman, 1993, Gleitman, 1993).

¹ Investigador na área da personalidade.



Figura 19: Fotografias utilizadas no estudo de Ekman e Friesen. Fonte: (Ekman, *Facial Expressions*, 1999, p. 4)

Este estudo culminou no desenvolvimento de um método para medir as expressões faciais, o *Facial Action Coding System* (FACS), uma referência para estudos relacionados com expressão de emoção, processos cognitivos e interação social (Ekman, 1993, Kaiser & Wehrle, 2000, Saldien *et al.*, 2008). Este é um método que oferece uma descrição objectiva e completa dos sinais faciais, nomeadamente componentes de movimento ou acções faciais e foi desenvolvido com o recurso a apalpação, conhecimentos de anatomia e registos de vídeo que mostram a contracção dos músculos e as mudanças físicas na face (Donato *et al.*, 1999). Foram definidas 66 unidades de acção ou *Action Units* (AU) que correspondem a cada movimento independente da face (ver Figura 20), ainda que a face humana seja capaz de produzir 250 000 expressões, apenas 100 conjuntos constituem símbolos distintos e distinguíveis (Donato *et al.*, 1999, Lisetti & Schiano, 2000). O método FACS é codificado com o recurso ao vídeo o que permite especificar com exactidão a dinâmica do movimento facial com dados da duração do movimento, e incluindo igualmente a morfologia onde se pode verificar qual a acção facial que especificamente aconteceu.

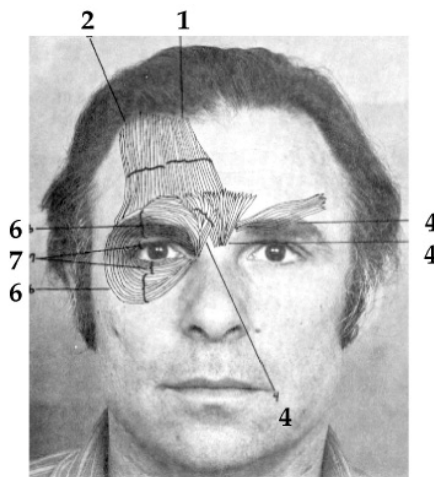


Figura 20: *Facial Action Coding System* decomposto em unidades de acção. Neste exemplo estão ilustradas as unidades 1, 2, 3, 4, 6 e 7. Fonte: (Donato *et al.*, 1999, p. 975)

O modelo FACS é executado por técnicos humanos que utilizam vídeo em *stop-motion* para identificar as mudanças nas sequências das imagens da face (Donato *et al.*, 1999).

Menos eficaz e abrangente é o *Maximally Discriminative Affect Coding System* (MAX), desenvolvido por Carroll Izard¹ em 1979 (Lisetti & Schiano, 2000), um sistema que mede, igualmente, as mudanças visíveis na face. A medição é feita através da categorização de componentes faciais, baseada em teorias que demonstram quais as áreas da face se envolvem na expressão de determinadas emoções. O que torna este sistema de medição pouco abrangente é o facto de as unidades estarem formuladas apenas para aspectos relevantes para oito emoções específicas. Contribui também para o seu reduzido alcance o facto de não incluir na medição os movimentos que não se relacionam com as oito emoções definidas, contrastando neste aspecto com o FACS que permite a medição do movimento de todos os músculos (Lisetti & Schiano, 2000).

¹ Psicóloga norte-americana que deu largos contributos para a *Differential Emotions Theory* (DET)

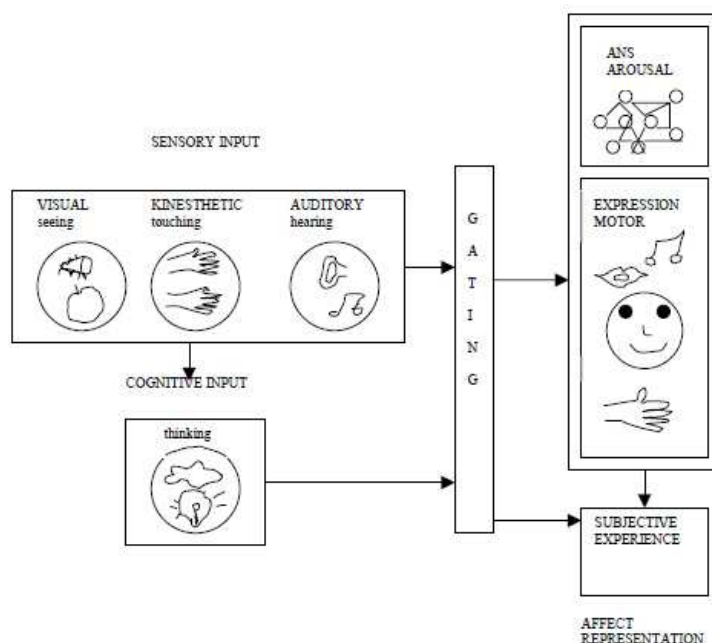


Figura 21: Representação da geração de emoção. Fonte: (Lisetti & Schiano, 2000, p. 17)

Contudo, a expressão de emoção não se restringe apenas aos movimentos dos músculos faciais, também a posição da cabeça, os movimentos das mãos, a postura corporal e a entoação da voz dão elevado um contributo para a percepção do estado emocional de um indivíduo (Ekman, 1993). A expressão de emoção está intimamente ligada a três fenómenos, a excitação do sistema nervoso autónomo (ANS), a expressão e a experiência subjectiva, como é possível verificar na Figura 21. Estes fenómenos em conjunto demonstram que as emoções são despoletadas por uma conjunção de eventos que culmina na sua expressão facial (Lisetti & Schiano, 2000).

Um facto comprovado e aceite, como já foi referido anteriormente, é o facto de poder existir emoção sem expressão facial da mesma, sendo o contrário também possível. Existem casos de pessoas que afirmam estar a sentir uma determinada emoção, contudo, não existe uma actividade facial visível que demonstre a emoção em questão. Esta possibilidade ainda que seja actualmente aceite, põe em questão teorias que afirmam que a emoção é sempre transposta em alguma mudança física ao nível facial ou corporal, como a teoria de Tomkin ou mesmo James (Ekman, 1993).

As expressões faciais constituem a forma mais visível de transmissão e expressão de emoção, sendo, portanto, um factor vital na concepção de agentes virtuais, uma vez que é um factor humanizante e que confere mais realismo à interacção entre o utilizador e o agente virtual.

5.3. PERSONALIDADE

A personalidade caracteriza-se por constituir um conjunto de características complexas que distingue um indivíduo, um grupo, ou uma nação. No seu todo, a personalidade forma-se a partir da totalidade dos comportamentos, disposições, temperamentos e características emocionais de um indivíduo que são verificadas com consistência num espaço de tempo de situações determinadas (André *et al.*, 2000, Dryer, 1999).

Tal como a emoção, a personalidade é um factor humanizante quando presente num robot ou companheiro virtual, uma vez que dota o agente com uma série de características que permitem o desenvolvimento de empatia com o utilizador e a criação de uma relação social mais natural. As pessoas servem-se da personalidade como uma forma de organizar informação sobre um indivíduo e pode ser utilizada como forma de prever o que o indivíduo vai fazer no futuro, sem personalidade e sem a capacidade de prever o comportamento das pessoas o comportamento social iria sofrer e definir (Dryer, 1999).

O estudo da personalidade conduziu ao estabelecimento de um modelo da personalidade, o *Five-factor Model* (FFM), apresentado pela primeira vez por Thurstone em 1934 (Thurstone, 1934), conseguido através de uma análise de um grande número de relatórios elaborados sobre adjectivos relacionados com a personalidade. As cinco dimensões incluídas no modelo incluem a extroversão, que abrange a sociabilidade até à reserva; amabilidade, que abrange a cooperação até à competitividade; consciência, que abrange da organização até à despreocupação; estabilidade emocional, que abrange da ansiedade até à calma; e cultura, que abrange da curiosidade até ao irreflexão (ver Figura 22) (Gleitman, 1993, André *et al.*, 2000).

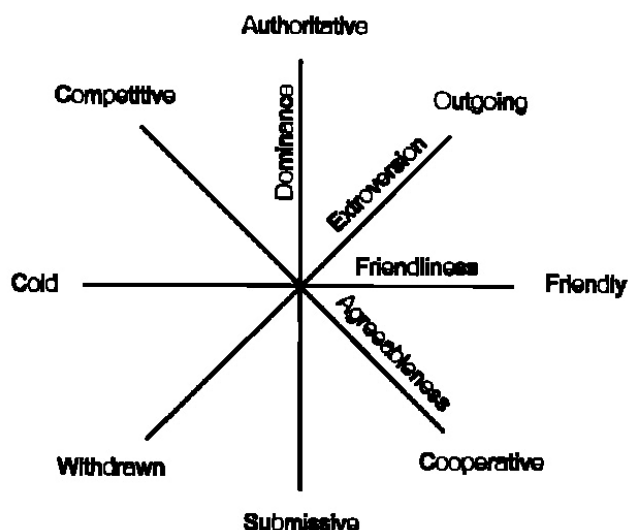


Figura 22: Demonstração do espaço interpessoal. Fonte: (Dryer, 1999, p. 275)

O modelo permite fazer uma descrição explícita da personalidade de um indivíduo ou agente, permitindo efectuar uma recriação do carácter desejado. No caso da aplicação deste modelo a agentes virtuais é possível recorrer a várias estratégias como, por exemplo, no caso

de um agente extrovertido, este utiliza frases mais directas e poderosas, fala mais alto, utiliza gestos corporais mais expansivos. A personalidade incorporada em conjunto com a emoção funciona como filtro para o processo de tomada de decisão e para a selecção do comportamento a adoptar pelo agente (André *et al.*, 2000).

Os traços da personalidade contribuem para a percepção que temos dos indivíduos, o mesmo se pode aplicar aos companheiros virtuais, a personalidade destes pode constituir um factor decisivo na opinião do utilizador e na vontade de este interagir (Gulz & Haake, 2005).

5.4. MEMÓRIA

A memória é o nosso bem mais precioso, é graças à memória que construímos as nossas experiências e só assim sabemos quem somos. O nosso presente é afectado pelas recordações que possuímos do passado, *“sem memória, não haveria dantes mas apenas agora, não haveria a possibilidade de utilizar capacidades adquiridas nem a de recordar nomes ou de reconhecer rostos”* (Gleitman, 1993, p. 277). O processo de adquirir novas informações e conhecimento só é possível através da memória, isto é, a memória é a consequência de aprender algo com uma nova experiência (McGaugh, p. 2003).

A influência da emoção na cognição dá-se através da influência da emoção na memória. A memória tem um papel igualmente activo nas tarefas cognitivas em que a emoção intervém, como a aprendizagem, percepção, tomada de decisão, pensamento racional, entre outras tarefas cognitivas (Picard, 2000).

Por conseguinte, a memória constitui mais um dos componentes essenciais ao desenvolvimento de um companheiro virtual, na medida em que é esta que lhe permite armazenar a informação transmitida pelo utilizador e manter um registo das experiências vividas e partilhadas.

Em forma de conclusão, é possível verificar que aglutinando todas as vertentes que foram tidas em consideração ao longo do presente enquadramento do estudo, torna-se possível almejar à criação de um companheiro virtual que reúna todos os requisitos necessários ao sucesso, na vertente da eficácia perante o utilizador. Aliando os princípios que o design emocional preconiza, como a utilização de várias estratégias para envolver e captar a atenção do utilizador como a presença de cores vivas e formas redondas e naturais, à inclusão de emoção e sua expressão no companheiro reside a chave para a concepção de uma entidade consistente e que cumpra os objectivos propostos. Toda a conjugação dos campos aportados demonstra-nos que é possível criar uma entidade com as capacidades necessárias ao desenvolvimento de inteligência emocional e social, ao desenvolvimento de empatia com o utilizador, e que empreenda numa interacção satisfatória para o aprendiz.

PARTE II

ESTUDO DE CASO

6. ESTUDO DE CASO

A presente investigação assenta num estudo realizado em ambiente empresarial na Cnotinfor Lda, a qual integra o projecto LIREC. Este é um projecto com a duração de quatro anos, liderado pela *Queen Mary University of London*, em que a Cnotinfor participa através do seu Centro para Inovação Tecnológica. Os parceiros do consórcio são especializados em diferentes áreas de estudo como a psicologia, interacção homem-computador, interacção homem-robot, robótica e personagens gráficas. Entre os parceiros do projecto encontram-se para além da *Queen Mary University of London*; o *Swedish Institute of Computer Science* (SICS); o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Investigação e Desenvolvimento em Lisboa (INESC-ID); a *University of Hertfordshire*; *Otto-Friedrich – Universitat Bamberg*; a *Heriot Watt University*; a *Wroclaw University of Technology*; a *Eotvos Lorand University*; a *Foundation of Aperiodic Mesmerism* e a Cnotinfor Lda.

O projecto teve o seu início em Abril de 2008 e irá continuar até 2012, sendo que o contributo da Cnotinfor se prende com o desenvolvimento de um companheiro virtual, o Pequeno Mozart. O objectivo é, assim, criar um companheiro virtual, capaz de estabelecer interações significativas com crianças, ensinando-as a compor música e a melhorar o seu conhecimento em composição melódica e nos elementos básicos da linguagem musical.

Neste sentido, o contributo específico da presente investigação prende-se com a expressão de emoção pelo Pequeno Mozart e a compreensão da importância que este factor desempenha na interacção deste companheiro com os seus aprendizes. Tendo por base o estudo prévio da importância da inclusão de emoção, e como isso se processa, nos companheiros virtuais e dos benefícios que os princípios do design emocional podem acarretar neste processo, na prática este conhecimento traduziu-se no desenvolvimento de um modelo de expressão de emoção e na sua efectiva implementação na face do Pequeno Mozart.

Por sua vez, o modelo de expressão de emoção vai ser integrado no algoritmo que gera o comportamento verbal e emocional do companheiro virtual. A arquitectura da mente que está a ser desenvolvida com base no modelo *Fuzzy Logic Adaptive Model Of Emotions*, FLAME (El-Nasr, Yen, & Ioerger, 2000), por sua vez baseado no modelo *Ortony, Clore & Collins*, OCC (Ortony, Clore, & Collins, 1990), de geração de emoção, mediante a recepção dos *inputs* da interacção vai gerar um *output* de acordo o tempo das interações, nota musical escolhida e outros factores e devolver ao utilizador a expressão facial que resulta do estado emocional que este comportamento produz no companheiro.

6.1. ENQUADRAMENTO

O projecto LIREC pretende formular uma teoria sobre companheiros artificiais ou virtuais de longa duração, tendo este companheiro por base uma multiplicidade de capacidades e competências ao nível da memória, emoção, cognição, comunicação, aprendizagem, entre outras competências. Pretende dotar o companheiro virtual com estas características aliadas a

uma tecnologia inovadora e robusta, testar a teoria subjacente e tecnologia em ambientes sociais reais e, assim, estabelecer linhas condutoras para o processo de concepção de tais companheiros.

Quer seja na forma de robots, brinquedos sociais ou personagens gráficas ou sintéticas, a tecnologia interactiva e social apresenta um crescimento considerável. Contudo, são as consequências psicológicas, sociais e cognitivas que advêm da introdução destes artefactos tecnológicos no nosso quotidiano que ainda necessitam de estudo mais profundo.

O projecto LIREC tem como objectivo compreender os conceitos de corporalização ou *embodiment*, memória autobiográfica e interacção social no contexto de companheiros, nos quais a mente pode migrar para diferentes cenários de corporalização (*embodiment*). Estudos experimentais sobre relação entre humanos e humanos e animais irão servir como base para o desenvolvimento de mecanismos que possibilitem uma interacção social verbal e não-verbal; uma memória autobiográfica emocionalmente categorizada; mecanismos para detectar e responder de forma apropriada ao estado emocional e intenções do utilizador; e o desenvolvimento de uma arquitectura afectivo-cognitiva autónoma para companheiros, com a possibilidade de migrar entre cenários.

Este projecto de investigação apresenta-se como um ponto de partida para o estabelecimento de uma nova realidade, baseada na criação de novas relações e interacções com um companheiro virtual, capaz de responder de forma individual e personalizada a cada utilizador e às suas necessidades.

6.2. O PEQUENO MOZART

A personagem Pequeno Mozart foi inspirada na grande figura histórica e compositor *Wolfgang Amadeus Mozart* (ver Figura 23), daí também a denominação atribuída ao companheiro virtual. Sendo que o objectivo do Pequeno Mozart é ajudar as crianças a melhorar o processo de composição melódica de música, a entidade do verdadeiro compositor foi utilizada para melhor transmitir a sua intenção pedagógica.

O companheiro foi concebido com uma forma antropomórfica e o seu vestuário e cabelo remetem para a época em que o compositor Mozart viveu. De forma a estabelecer mais facilmente uma relação com o seu público-alvo, crianças, o companheiro virtual foi criado para ter uma cara semelhante à das crianças, com formas redondas e roliças. Faces mais redondas são percebidas como mais amigáveis, enquanto que faces com formas mais rectangulares e pontiagudas são mais utilizadas em personagens mais maliciosas e com conotações negativas, como se verifica em filmes de animação (Mattsson, 2005, Gulz & Haake,



Figura 23: O Pequeno Mozart

2006). O Pequeno Mozart possui também um corpo pequeno assim como o das crianças, mais uma vez com o intuito de aumentar a identificação das crianças com o seu companheiro virtual.

6.3. PROPOSTA DE ESPECIFICAÇÕES AO NÍVEL DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE EXPRESSÃO DE EMOÇÃO

De maneira a aumentar a credibilidade e naturalidade da interação foi necessário dotar o Pequeno Mozart com a capacidade de expressar emoção através da face. Assim, foi escolhido o modelo *Facial Action Coding System*, FACS, desenvolvido por Ekman e Friesen em 1978 (Donato *et al.*, 1999). Este sistema permite efectuar a categorização das expressões físicas de emoção e oferece uma descrição detalhada dessas mesmas expressões baseada em Action Units, AUs, que representam as mudanças físicas que ocorrem na face, quando sentimos uma emoção (Donato *et al.*, 1999, Lien *et al.*, 1999).

A face é a fonte mais rica de informação sobre as nossas emoções e estado emocional, *“Beethoven, after became deaf, wrote in his conversation books that he could judge from performer's facial expression whether or not the performer was interpreting his music in the right spirit”* (Picard, 2000).

A face e o corpo suportam comunicação não-verbal com várias e distintas características. As expressões faciais são produzidas em resultado da experiência de emoções e sentimentos e podem variar em intensidade, significado e papel na interação. Nas expressões faciais os músculos desempenham uma função essencial (ver Figura 24), uma vez que são responsáveis pelas deformações na pele (ul-Hasan, 2006).

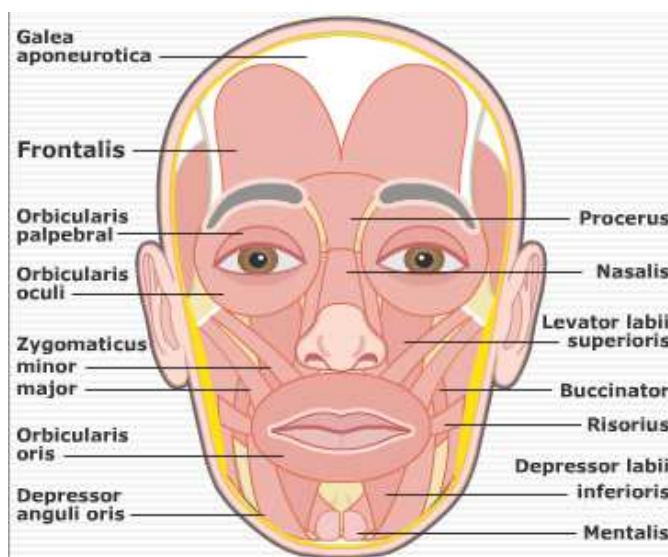


Figura 24: Representação dos músculos envolvidos nas expressões faciais. Fonte: (Muscles of facial expression)

Partimos, por conseguinte, das 6 emoções básicas propostas por Ekman, uma vez que este comprovou que estas emoções são similares e universais em diferentes culturas, o que assegura o seu reconhecimento. Para descrever correctamente uma expressão facial devem

ser tomados em conta vários aspectos, como a intensidade da expressão, a localização do movimento na face e a duração da expressão (Kaiser & Wehrle, 2000).

6.3.1. MÚSCULOS INTERVENIENTES NAS EXPRESSÕES FACIAIS

Medo

Para expressar a emoção de medo são necessários alguns movimentos musculares como a elevação e contração das sobrancelhas, elevação das pálpebras superiores, os lábios separam-se e esticam horizontalmente.

De acordo com o FACS as AUs envolvidas na expressão de medo incluem a AU1 ou elevação da parte interior das sobrancelhas, AU2 ou elevação da parte exterior das sobrancelhas, AU4 ou decaimento das sobrancelhas, AU5 ou elevação da pálpebra superior, AU20 ou esticamento dos lábios e AU25 ou separação dos lábios.

Estes movimentos traduzem-se em mudanças físicas no corpo através de músculos determinados (FACS - Facial Action Coding System), (Muscles of facial expression), (Facial Muscles):

- *Frontalis*: músculo localizado na parte frontal da cabeça e que eleva as sobrancelhas;
- *Corrugator supercilii*: músculo localizado em baixo do *frontalis* e do *orbicularis oculi*. Pressiona as sobrancelhas para baixo resultando nas rugas verticais da testa;
- *Platysma*: músculo que atravessa a clavícula;
- *Risorius*: músculo localizado no ângulo da boca que quando retrai produz o sorriso;
- *Depressor labii inferioris*: músculo que ajuda ao decaimento do lábio inferior;
- *Mentalis*: músculo, localizado na ponta do queixo, que eleva e puxa o lábio inferior, causando as rugas do queixo;
- *Orbicularis oris*: músculo localizado à volta da boca. Ajuda no movimento de fechar a boca e de juntá-la quando esta se contrai.

Felicidade

Para simular a expressão de felicidade alguns movimentos musculares básicos são necessários, como a elevação dos cantos da boca para revelar um sorriso, elevação das bochechas e decaimento da parte exterior das sobrancelhas.

De acordo com o FACS, as AUs envolvidas na expressão de felicidade são a AU6 ou elevação das bochechas, AU12 ou elevação dos cantos da boca e AU25 ou separação dos lábios. De forma mais específica os músculos envolvidos nos movimentos e mudanças físicas são (FACS - Facial Action Coding System), (Muscles of facial expression), (Facial Muscles):

- *Orbicularis oculi*: músculo localizado perto dos olhos que fecha as pálpebras;

- *Zygomaticus major*: músculo localizado na parte lateral da face desde as maçãs do rosto até aos cantos da boca, o que permite a elevação dos cantos da boca;
- *Depressor labii inferioris*: músculo que ajuda ao decaimento do lábio inferior;
- *Mentalis*: músculo localizado na ponta do queixo que eleva e puxa o lábio inferior, causando as rugas do queixo;
- *Orbicularis oris*: músculo localizado à volta da boca. Ajuda no movimento de fechar a boca e de junta-la quando esta se contrai.

Tristeza

Para exprimir a emoção de tristeza existem alguns movimentos musculares básicos, entre os quais se encontram o decaimento das pálpebras ao mesmo tempo que a parte interior das sobrancelhas se eleva e se aproximam. Os cantos da boca também perfazem um movimento descendente, sendo que o lábio inferior pode elevar-se um pouco fazendo “beicinho”.

De acordo com o FACS as AUs associadas à expressão de tristeza são AU1 ou elevação da parte interior das sobrancelhas, AU4 ou decaimento das sobrancelhas e AU15 ou depressão dos cantos da boca. No que concerne aos músculos envolvidos nestas mudanças físicas estes são (FACS - Facial Action Coding System), (Muscles of facial expression), (Facial Muscles):

- *Frontalis*: músculo localizado na parte frontal da cabeça e que eleva as sobrancelhas;
- *Corrugator supercilii*: músculo localizado em baixo do músculo *frontalis* e *orbicularis oculi*. Desloca a sobrancelha para baixo provocando as rugas verticais da testa;
- *Depressor supercilii*: músculo localizado perto do osso lacrimal e que auxilia a depressão da sobrancelha;
- *Depressor anguli oris*: músculo localizado na mandíbula que converge e exerce pressão sobre os ângulos da boca.

Surpresa

Para expressar surpresa alguns movimentos básicos são necessários, como a elevação das pálpebras superiores e sobrancelhas e decaimento do maxilar.

De acordo com o FACS as AUs envolvidas na expressão de surpresa são a AU1 ou elevação da parte interior das sobrancelhas, AU2 ou elevação da parte exterior das sobrancelhas, AU5 ou elevação da pálpebra superior e AU26 ou decaimento do maxilar. No que diz respeito aos músculos que causam estas mudanças físicas estes são (FACS - Facial Action Coding System), (Muscles of facial expression), (Facial Muscles):

- *Frontalis*: músculo localizado na parte frontal da cabeça que perfaz o movimento ascendente das sobrancelhas;

- *Levator palpebrae superioris*: músculo localizado na órbita ocular que eleva a pálpebra superior;
- *Masseter*: músculo localizado numa posição anterior às bochechas, é também um dos músculos abarcados na mastigação, causando o fechamento dos maxilares;
- *Temporalis*: músculo também envolvido na mastigação;
- *Medial Pterygoid*: músculo igualmente envolvido na mastigação e que eleva o maxilar.

Cólera

De maneira a exprimir a emoção de cólera são necessários alguns movimentos base, as pálpebras inferiores e superiores comprimem-se à medida que as sobrancelhas descem e se aproximam uma da outra. Os lábios também se contraem e mostram-se mais finos.

De acordo com o FACS as AUs envolvidas na expressão de cólera são o AU4 ou decaimento das sobrancelhas, AU7 ou contracção das pálpebras e AU24 ou contracção dos lábios. Estes movimentos traduzem-se em mudanças físicas no corpo através dos seguintes músculos (FACS - Facial Action Coding System), (Muscles of facial expression), (Facial Muscles):

- *Corrugator supercilii*: músculo localizado em baixo do músculo *frontalis* e *orbicularis oculi*. Desloca a sobrancelha para baixo provocando as rugas verticais da testa;
- *Depressor supercilii*: músculo localizado perto do osso lacrimal e que auxilia a depressão da sobrancelha;
- *Orbicularis oculi*: músculo da face que fecha as pálpebras;
- *Orbicularis oris*: músculo localizado à volta da boca. Permite o movimento de encerramento e contracção da boca.

Repulsa

Quando exprimimos repulsa dão-se alguns movimentos musculares como enrugamento do nariz, elevação do lábio superior, distensão das pálpebras e decaimento e contracção das sobrancelhas.

De acordo com o FACS as AUs associadas à expressão de repulsa são a AU4 ou decaimento das sobrancelhas, AU5 ou elevação da pálpebra superior, AU7 ou contracção das pálpebras e AU10 ou elevação do lábio superior. Estes movimentos resultam em mudanças físicas através dos seguintes músculos (FACS - Facial Action Coding System), (Muscles of facial expression), (Facial Muscles):

- *Corrugator supercilii*: músculo localizado em baixo do músculo *frontalis* e *orbicularis oculi*. Desloca a sobrancelha para baixo provocando as rugas verticais da testa;

- *Depressor superciliaris*: músculo localizado perto do osso lacrimal e que auxilia a depressão da sobrancelha;
- *Orbicularis oculi*: músculo da face que fecha as pálpebras;
- *Levator labii superioris*: músculo que se estende desde a lateral do nariz até ao osso das maçãs do rosto e permite que o lábio superior se eleve.

6.3.2. IMPLEMENTAÇÃO TÉCNICA: PROCESSO DE CRIAÇÃO

A manipulação facial foi feita, no âmbito da componente prática em contexto empresarial, no 3d Studio Max¹ com o recurso à técnica de *morphing* que permite modelar porções da face mantendo-a realista, sendo que depois as várias porções são coladas e utilizadas como *morph targets* em transições suaves (Lerios, Garfinkle, & Levoy, 2002). Esta técnica é especialmente relevante e apropriada para animação facial devido às suas transições suaves de uma expressão para outra, “é uma técnica que nos permite passar de uma configuração de polígonos a outra de uma forma visualmente natural. Ou seja, operações que nos permitiriam desenhar movimentos e animação entre posturas, gestos e expressões faciais em realtime” (Zagalo, 2007, p. 330). A técnica de *morphing* é aplicada através da utilização do *modifier morpher* do 3d Studio Max (ver Figura 25), este tipo de modelação, através dos modificadores, é apelidada de *node-based editing* o que significa que a qualquer momento do processo de criação o objecto pode ser alterado e modificado.

¹ Software que permite fazer criação, modelação e animação em 3D. Fonte: <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=5659302> (último acesso em: 27/05/09)

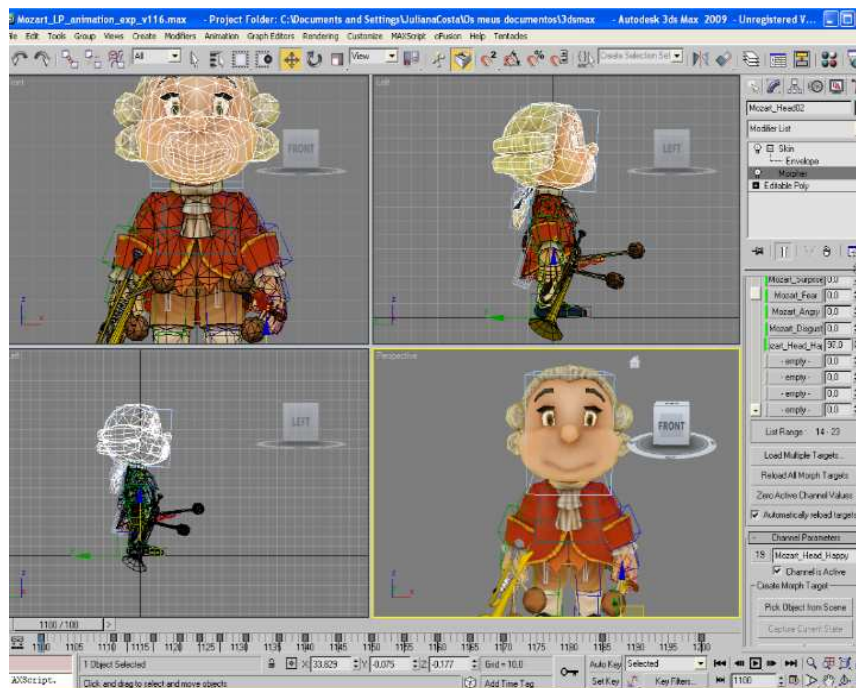


Figura 25: Animação de transição do *morph*.

Neste processo é criado um novo *morph target* para incorporar todos os movimentos musculares necessários à expressão que se pretende transmitir. O primeiro passo é fazer uma cópia da face original do modelo em 3d do Pequeno Mozart (ver Figura 26), eliminando, no clone, os modificadores *skin* e *morpher* e utilizando apenas o modificador *editable poly*.

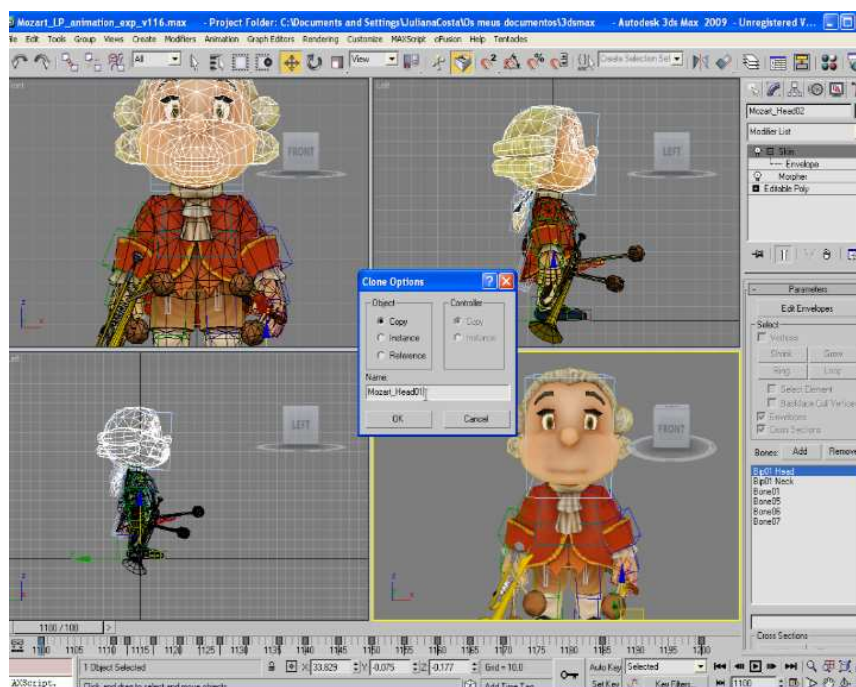


Figura 26: Selecção do clone a fazer.

O passo seguinte consiste em modificar e alterar a posição dos vectores no clone de maneira a transmitir a emoção desejada (ver Figura 27):



Figura 27: Modelação dos vectores.



Figura 28: Selecção do *morph target* criado.

Depois de seleccionar a face original e associar o *morph target* criado ao *modifier morpher* já é possível verificar o resultado final (ver Figura 28). Com o objectivo de limitar o

espectro das expressões foi estabelecido nos *Global Parameters* um limite máximo de 100 unidades, permitindo assim que não haja um exagero na expressão facial e, assim, uma descaracterização da personagem, o que poderia influenciar a credibilidade do Pequeno Mozart.

6.3.3. MODIFICAÇÕES FÍSICAS

Medo

De modo a transparecer a emoção desejada foi necessário modificar e alterar a posição dos vectores no clone:

- Sobrancelhas: as sobrancelhas foram elevadas e trazidas para o centro para expressar preocupação. Para transmitir esta característica as sobrancelhas foram esticadas horizontalmente e a parte interior das mesmas foi elevada;
- Olhos: os olhos foram esticados verticalmente com um grande enfoque na abertura das pálpebras;
- Boca: os lábios foram separados e o maxilar foi puxado um pouco para baixo para enfatizar a abertura da boca. Os lábios foram também esticados horizontalmente e os cantos da boca foram puxados para baixo.



Figura 29: Expressão de medo do Pequeno Mozart.

De seguida, foi adicionado ao *modifier morpher* o novo *morph target*, “Mozart_Fear”. O resultado é apresentado na Figura 29.

Felicidade

- Boca: os cantos da boca foram elevados para transmitir um sorriso, as linhas expressão que vão do nariz até à boca foram também esticadas horizontalmente e os lábios foram separados para tornar o sorriso mais expressivo;

- Bochechas: as bochechas foram elevadas em consequência da elevação dos músculos que rodeiam a boca;
- Sobrancelhas: a parte exterior das sobrancelhas já se encontravam bem posicionadas para a expressão de felicidade, por isso não se deu manipulação neste aspecto.



Figura 30: Expressão de felicidade do Pequeno Mozart.

De seguida, foi adicionado ao *modifier morpher* o novo *morph target*, “Mozart_Happy”. O resultado é apresentado na Figura 30.

Tristeza

- Boca: os cantos dos lábios foram puxados para baixo para revelar o principal traço de uma cara triste;
- Sobrancelhas: as sobrancelhas foram também puxadas para baixo em toda a sua extensão, sendo que a parte interior das mesmas foram depois ligeiramente elevadas para reforçar a ideia de tristeza.



Figura 31: Expressão de tristeza no Pequeno Mozart.

De seguida, foi adicionado ao *modifier morpher* o novo *morph target*, "Mozart_Sad". O resultado é apresentado na Figura 31.

Surpresa

- Sobrancelhas: as sobrancelhas foram elevadas em toda a sua extensão para produzir um efeito de espanto;
- Olhos: os olhos foram esticados verticalmente, de maneira a ficarem mais abertos, para melhor transmitir a sensação da imediatez característica desta emoção;
- Maxilar: o maxilar foi puxado para baixo uniformemente até que a boca se encontrasse aberta. Também os dentes foram separados para acompanhar o movimento do maxilar.



Figura 32: Expressão de surpresa no Pequeno Mozart.

De seguida, foi adicionado ao *modifier morpher* o novo *morph target*, "Mozart_Surprise". O resultado é apresentado na Figura 32.

Cólera

- Sobrancelhas: as sobrancelhas foram elevadas, puxadas em direcção ao centro e depois puxadas para baixo, na parte exterior, para transmitir uma expressão carregada,
- Olhos: as pálpebras foram contraídas, a pálpebra inferior foi puxada para cima e em direcção ao nariz, trazendo mais atenção aos olhos;
- Boca: os lábios foram reduzidos na sua dimensão e contraídos em direcção ao centro da boca. O lábio inferior foi puxado um pouco para cima, para dar mais ênfase à severidade que se pretende transmitir.



Figura 33: Expressão de cólera no Pequeno Mozart.

De seguida, foi adicionado ao *modifier morpher* o novo *morph target*, "Mozart_Anger". O resultado é apresentado na Figura 33.

Repulsa

- Sobrancelhas: as sobrancelhas foram puxadas para baixo, em toda a sua extensão, e as partes interiores foram levadas até ao centro da testa;
- Olhos: a pálpebra superior foi distendida verticalmente para os olhos ficarem bem abertos;
- Boca: os lábios foram separados e abertos, tendo o lábio superior sido puxado para cima no lado esquerdo com o objectivo de transparecer uma maior sensação de repugnância e nojo.



Figura 34: Expressão de repulsa no Pequeno Mozart.

De seguida, foi adicionado ao *modifier morpher* o novo *morph target*, “Mozart_Disgust”. O resultado é apresentado na Figura 34.

6.4. METODOLOGIA DO ESTUDO EXPERIMENTAL

Na presente secção será apresentada a amostra alvo de estudo, bem como uma descrição de como decorreram as sessões de teste, de maneira a contextualizar o processo subjacente à recolha de dados efectuada.

6.4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra do presente estudo é uma amostra representativa da população que utilizará o *software*, crianças dos 4 aos 10 anos, sendo que obteremos uma visão geral dos alunos das turmas das duas escolas estudadas (Quivy & Van Campenhoudt, 2008). Desta forma, foram escolhidas duas escolas do concelho de Coimbra, a Escola EB1 Quinta das Flores e a Associação de Parelesia Cerebral de Coimbra (APPC), a escolha destas escolas prende-se com o facto de receberem também crianças com Necessidades Educativas Especiais (NEE), dada a preocupação da Cnotinfor em produzir equipamento e *software* inclusivo.

Nas duas escolas participam 38 alunos de duas turmas, uma de cada escola, em regime de actividade extra-curricular nas sessões de interacção com o Pequeno Mozart. Cada turma foi dividida em dois grupos distintos, sendo que numa das escolas decorrem duas sessões de 45 minutos seguidas, e portanto os dois grupos interagem com o companheiro no mesmo dia e na segunda escola apenas existe uma sessão de 45 minutos por semana, o que resulta na interacção de apenas um grupo por semana com o Pequeno Mozart.

Desta população foram entrevistadas individualmente 30 crianças, após 12 sessões de 45 minutos, apenas de interacção com o companheiro virtual. Entre os 30 alunos foram entrevistadas 12 alunas e 18 alunos com idades compreendidas entre os 6 e 7 anos, a escolha dos alunos a entrevistar foi totalmente aleatória não tendo existido nenhum factor decisivo. Não

entrevistamos toda a população devido ao tempo que era necessário despendar para cada entrevista, uma vez que o nosso público-alvo ainda se encontra num estágio de aprendizagem primário era necessário explicar algumas perguntas de forma a que estes compreendessem o objectivo e a informação necessária.

Ao fim de cada entrevista foi ainda mostrado aos alunos as 6 expressões faciais produzidas, para incluir no modelo de expressão de emoção, com o objectivo de verificar se estes as conseguiam identificar correctamente.

6.4.2. PROCEDIMENTOS DAS SESSÕES

As sessões de interacção dos alunos com o Pequeno Mozart decorram semanalmente desde o dia 5 de Janeiro de 2009, durante 45 minutos, no âmbito de actividades extra-curriculares, e irão ainda decorrer durante os períodos lectivos dos próximos 3 anos do projecto LIREC.

Inicialmente as sessões foram apenas de interacção com o *software*, sendo que após a manipulação e produção das novas expressões faciais iniciámos o processo de entrevistas. Para responder às questões colocadas os alunos tiveram por base a experiência das passadas interacções e para identificar as expressões faciais foram mostradas imagens exportadas do modelo do Pequeno Mozart em 3d. Em complemento à recolha de dados por entrevista¹ e observação global dos alunos, foi feito por duas vezes registo em vídeo da interacção dos alunos com o companheiro virtual para termos uma visão mais aproximada das reacções dos alunos à interacção e *feedback* do Pequeno Mozart².

6.5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Depois de completado o processo de recolha de dados é necessário analisar os mesmos, de forma a verificar se a hipótese traçada inicialmente de facto é válida. Os dados aqui apresentados resultam da recolha de entrevistas, bem como da observação global que foi feita durante a interacção dos alunos com o Pequeno Mozart ao longo das várias sessões, uma vez que seria impossível manter uma observação individual de cada aluno durante a interacção.

6.5.1. RESULTADOS VERIFICADOS

Convém, ainda, referir que a entrevista feita aos alunos ocorreu antes da apresentação das novas expressões faciais aos mesmos, portanto, os dados apresentados referentes à entrevista são aplicados ao primeiro protótipo já existente do Pequeno Mozart.

¹ O guião da entrevista encontra-se em anexo.

² Encontra-se em anexo um CD com um pequeno vídeo montado com o material registado durante as sessões.

Os resultados dos dados apresentados na secção 6.5.2 são já referentes à visão que os alunos apresentam das expressões faciais criadas, este teste foi feito com o intuito de averiguar se os alunos conseguem identificar as emoções que se pretendem transmitir e se associam as diferentes emoções do Pequeno Mozart como *feedback* das suas acções no jogo.

6.5.1.1. O que achas que significa ter um companheiro virtual?

Iniciamos a entrevista questionando os respondentes sobre o conceito de companheiro virtual, o que entendiam por este conceito ou mesmo se sabiam o que significaria. Este é um indicador de grande relevância, uma vez que nos dá visão sobre a percepção que as crianças possuem de um agente virtual e da sua potencial função.

Assim, como indica a Tabela 2, a maior percentagem de alunos, 37%, respondeu que não sabe ou não sabe explicar o que é um companheiro virtual, o que para crianças de 6 e 7 anos pode indicar que este é ainda um conceito de difícil compreensão. Contudo, são bastantes os alunos que identificam um companheiro virtual como amigo com diferentes intenções ou objectivos, para 20% da amostra o companheiro virtual é simplesmente um amigo e para a mesma percentagem de alunos é mais especificamente um amigo que está no computador, o que revela que estes alunos compreendem que apesar de ser uma personagem num *software* do computador, este pode ser um amigo sempre que entram no computador.

Ainda significativa é a percentagem de alunos, 13%, que destaca o carácter lúdico de um companheiro virtual, afirmando que este é um amigo com o qual podemos brincar e jogar diferentes jogos, tal como com outros meninos.

Menos significativos são os dados de alunos que consideram que um companheiro virtual pode ter intuito pedagógico, apenas 7% dos alunos afirmam que o companheiro é um amigo que coloca questões e pode ensinar certas matérias. Estes respondentes podem, no entanto, ter sido influenciados pelo intuito do Pequeno Mozart em ensinar as bases da composição melódica.

Por fim, destacam-se duas respostas interessantes, 3% dos alunos afirmou que um companheiro virtual é um amigo que não vive na nossa realidade, mas sim no computador, ou seja possuem uma visão mais prática e desenvolvida sobre o assunto, reconhecendo que um companheiro virtual não existe no mesmo plano que o ser humano, mas que ainda assim é um amigo.

Tabela 2: Significado do conceito de companheiro virtual.

Significado do conceito de companheiro virtual	%
Amigo	20
Amigo no computador	20
Amigo com quem podemos jogar	13
Amigo não presente na nossa realidade	3
Amigo que ensina e faz perguntas (vertente pedagógica)	7
Não sei	37

6.5.1.2. Achas que um companheiro virtual pode ser teu amigo?

Apesar de na questão anterior uma percentagem significativa de alunos ter referido não saber o que é um companheiro virtual, quando foram questionados sobre a possibilidade de um companheiro virtual desempenhar o papel de um amigo, uma percentagem esmagadora de 90% dos alunos respondeu que sim, que conseguem imaginar o companheiro virtual como um amigo (ver Gráfico 1). A própria denominação de companheiro virtual reforça a ideia de um agente que pretende agir, como um colega ou amigo, num ambiente virtual e auxiliar a realização de tarefas a executar nesse mesmo ambiente.

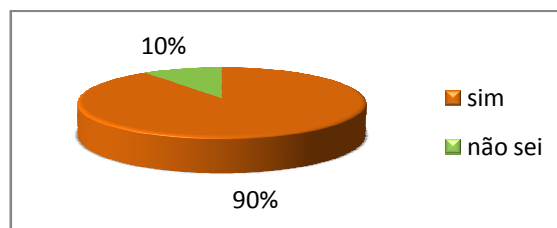


Gráfico 1: Possibilidade de classificação de companheiro virtual como amigo.

Apenas 10% dos alunos entrevistados afirma não saber se um companheiro virtual pode ser um amigo, o que demonstra que existem alunos que ainda se sentem inseguros ao declarar que uma entidade virtual pode, de facto, desempenhar um papel característico e inerentemente humano.

6.5.1.3. *Achas que o Pequeno Mozart podia ser um companheiro virtual para ti?*

Tendo já interagido por diversas vezes com o Pequeno Mozart, todos os alunos, 100%, referem que consideram o Pequeno Mozart um amigo que visitam a cada vez que interagem com o *software* (ver Gráfico 2). Durante as sessões de interacção em que foi realizada observação foi visível uma crescente empatia entre as crianças e o companheiro virtual, graças a um variado leque de comportamentos corporais e verbais o Pequeno Mozart consegue manter e captar a atenção dos alunos. Isto pode acontecer através da detecção de uma certa quantidade de tempo de inactividade o que despoleta comentários verbais no companheiro virtual e que surpreendem as crianças, sendo que estas depois respondem de volta como se de um verdadeiro e real companheiro se tratasse.

Verificamos igualmente por vezes que alguns alunos acenam ao Pequeno Mozart quando este se despede ao finalizar a interacção e também o cumprimentam ao início, o que denota um comportamento equivalente à comunicação face-a-face entre humano-humano.

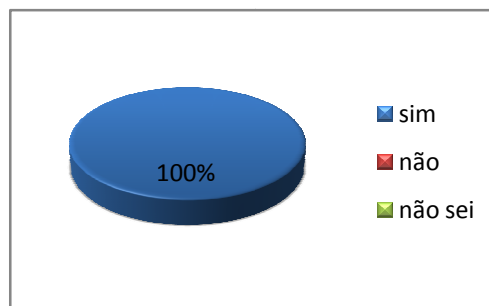


Gráfico 2: Percentagem de alunos que percebem o Pequeno Mozart como um companheiro virtual.

6.5.1.4. *Qual achas que é a função do Pequeno Mozart?*

No que diz respeito à percepção que os alunos possuem da função e objectivo do Pequeno Mozart é possível verificar, através da Tabela 3, que a maioria dos mesmos, 63%, consideram que o companheiro virtual apenas se encontra no *software* para tocar músicas com eles, sendo que descuram ou se abstraem da sua função pedagógica. Por outro lado, 23% dos alunos entrevistados reconhecem que o Pequeno Mozart tem como objectivo ensiná-los a fazer música com uma boa composição melódica.

Tabela 3: Função do Pequeno Mozart.

Função do Pequeno Mozart	%
Tocar música	63
Ensinar a fazer música	23
Brincar	3
Não sei	10

Ainda relevante é a percentagem de alunos que, ou considera que o Pequeno Mozart tem apenas como objectivo brincar com as crianças, 3%, ou então que confessa não saber o intuito do companheiro, uma percentagem de 10% e que, portanto, é ainda algo significativa.

Estes dois últimos dados podem ter duas interpretações distintas, por um lado, pode significar que a função inerente ao companheiro virtual é bem dissimulada na sua personagem, e que o seu intuito pedagógico não é totalmente claro, e portanto pode deixar os alunos mais à vontade no processo de aprendizagem. Por outro lado, o facto do seu intuito pedagógico não ser perceptível, a todos os alunos, pode impedir a concretização da aprendizagem da composição melódica, sendo que pode significar que o companheiro não dá *feedback* suficientemente claro ao utilizador, para que este entenda se está ou não a escolher as melhores notas musicais para a composição.

6.5.1.5. Já alguma vez usaste uma aplicação semelhante?

No que concerne à utilização de outras aplicações com a presença de companheiros virtuais, e como é possível verificar no Gráfico 3, 47% dos alunos afirma já ter jogado ou utilizado um *software* que também possuía um companheiro virtual que conversa e interage com eles. Este factor pode trazer algum nível superior de habituação e conforto, perante a interacção com um agente tutor, sendo que já não é uma nova realidade, mas algo com que já se defrontaram.

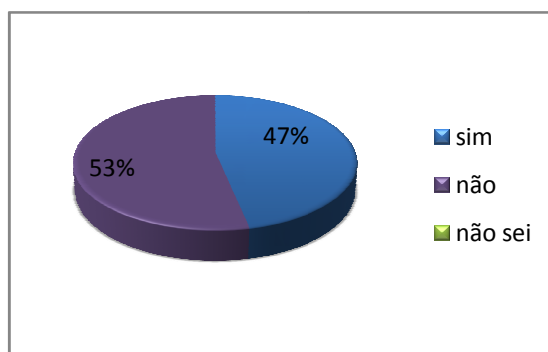


Gráfico 3: Percentagem de alunos que já utilizaram uma aplicação semelhante.

No entanto, 53% dos alunos afirma nunca ter interagido com um companheiro virtual antes do Pequeno Mozart, o que apesar de ser uma percentagem superior indica que a estratégia de inclusão de companheiros virtuais em aplicações educativas é uma estratégia com potencial para utilização crescente, dado que é bem acolhida pelos pequenos utilizadores.

6.5.1.6. O que é que gostas mais no Mozart?

Relativamente aos elementos do *software* mais apreciados pelos alunos, e tendo em conta que o objectivo da questão era saber qual o aspecto físico que os alunos mais apreciam no companheiro virtual, e que apenas 3% dos alunos respondeu que era toda a personagem, todos os restantes alunos responderam outros elementos constituintes do jogo, podemos concluir que o destaque não é dado ao companheiro, mas antes àquilo que ele faz com os utilizadores.

Destaca-se a possibilidade de construir e tocar músicas, factor apontado por 50% dos alunos, como podemos verificar na Tabela 4. O segundo elemento mais referido pelos alunos foi a banda, 23% dos alunos afirma que a sua parte favorita do jogo é quando o Mozart se junta às restantes personagens do jogo para formar a banda e tocar a música construída em diferentes instrumentos.

Tabela 4: Factores de preferência do Pequeno Mozart.

Factores de preferência do Pequeno Mozart	%
Banda	23
Brincadeiras	10
Fazer música com ele	50
Utilizar diferentes instrumentos	7
Mozart	3
Não sei	7

Sobre as brincadeiras recaem 10% das preferências dos alunos, o que pode ser um indicador da importância que a componente lúdica da aplicação desempenha na cativação do utilizador. Outra componente referida por 7% dos alunos é a possibilidade de utilizar vários instrumentos para reproduzir a música construída, ou seja, para estes alunos a componente de desenvolvimento e aprendizagem das bases de música é a componente mais importante, sendo destacada acima das outras. Também 7% dos alunos disseram não saber ou não conseguir escolher uma parte favorita do jogo, o que pode indicar que todos os elementos lhes agradam.

6.5.1.7. Gostas da cara do Mozart?

No que concerne à face do Mozart 97% dos alunos referiram gostar da face, afirmando que esta é parecida com as suas próprias caras (ver Gráfico 4). Nesta fase de recolha de dados as novas expressões faciais ainda não tinham sido apresentadas, portanto estas respostas foram dadas tendo em conta a face que eles já conheciam do jogo. Ainda assim, com uma abrangência menor de expressões faciais a face inicial do Pequeno Mozart é agradável para os alunos, com todos os elementos humanos, desperta neles um sentimento de familiaridade e confiança.

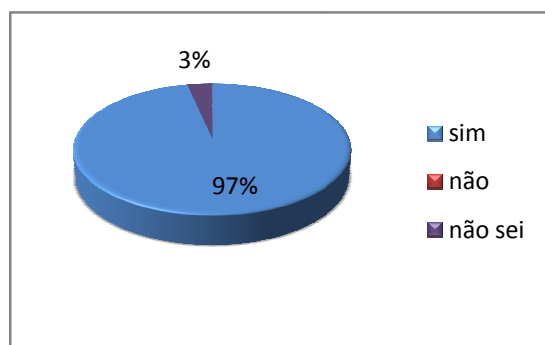


Gráfico 4: Opinião dos alunos sobre a face do Pequeno Mozart.

Dos alunos entrevistados apenas 3% dos alunos disse não gostar da face do Mozart, afirmando que ele tem um nariz e cabelo “estranhos”. Isto indica que, apesar de na conceptualização do primeiro protótipo da face do companheiro virtual não ter sido desenvolvido uma grande diversidade de expressão do estado emocional, a face do Mozart tem as bases para conseguir uma boa aceitação no seio dos seus utilizadores.

6.5.1.8. O que mais te agrada na cara do Mozart?

Relativamente às características faciais do Mozart que os alunos mais apreciam, 40% das opiniões recaem sobre os olhos, enquanto que 23% das preferências recaem sobre o cabelo. Relevante é a opinião de 10% dos alunos que referem que gostam de absolutamente todos os aspectos na face do Mozart. Os restantes elementos favoritos dos alunos dividem-se entre olhos e boca, caracóis, sorriso, cabelo e cara, cabelo e olhos e cabelo, boca, olhos e pele (ver Gráfico 5).

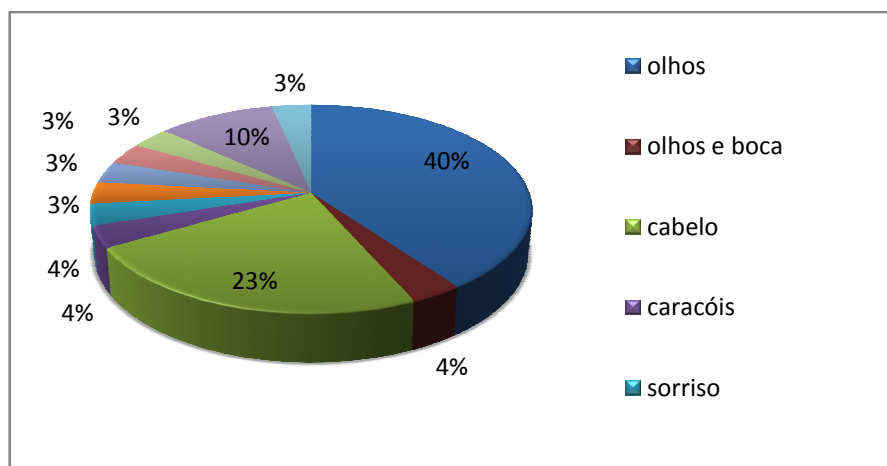


Gráfico 5: Factores de preferência na cara do Pequeno Mozart.

6.5.1.9. Achas que a cara do Mozart é expressiva?

No que diz respeito ao grau de expressividade da face do Pequeno Mozart, 87% dos alunos entrevistados considera que a face do companheiro virtual é expressiva e transmite o presente estado emocional do mesmo. Apenas 13% dos alunos, como verificamos no Gráfico 6, considera a cara do Mozart pouco expressiva, considerando que durante o jogo não conseguem perceber o que o seu companheiro está a sentir.

Estes dados permitem concluir que apesar de uma grande maioria dos alunos considerar que o primeiro protótipo da face do Mozart é expressiva, ainda são relevantes as opiniões dos alunos que não partilham da mesma opinião e continua, portanto, a ser relevante dotar o companheiro virtual de um maior leque de expressões faciais, para tornar a interacção mais natural.

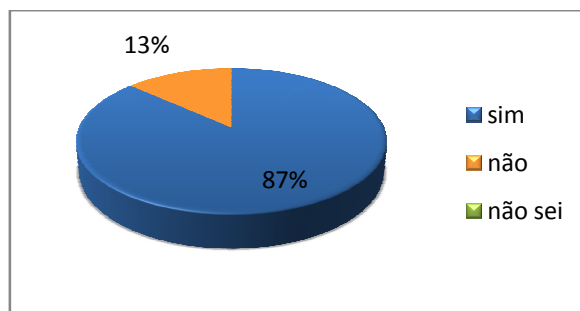


Gráfico 6: Opinião sobre o grau de expressividade do Pequeno Mozart.

No entanto, quando os alunos são questionados acerca da sua percepção sobre o estado emocional do companheiro virtual, apenas 63% dos alunos afirma perceber o que o Pequeno Mozart está a sentir durante a interação do jogo, em oposição a 37% dos alunos que consideram perceber o estado emocional do companheiro virtual durante a interação (ver Gráfico 7).

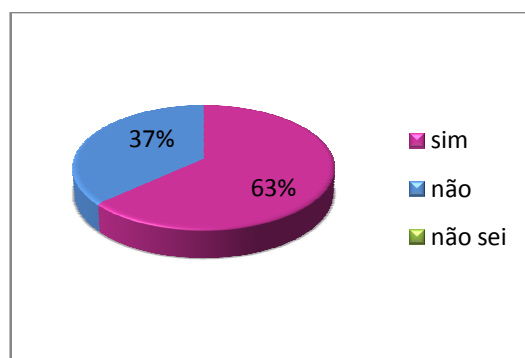


Gráfico 7: Grau de percepção do estado emocional do Pequeno Mozart.

Esta percentagem é contraditória com a anterior de 87% de alunos a afirmar que a face do companheiro é expressiva, este elemento pode indicar-nos que apesar de os alunos considerarem a cara do Mozart expressiva, quando são confrontados com questões mais específicas já não conseguem identificar com a mesma certeza se conseguem ou não percepcionar diferenças na expressão do estado emocional.

6.5.1.10. Achas que se o Mozart não tivesse um aspecto humano também ias gostar dele?

Quando é abordada a questão da corporalização ou *embodiment* do companheiro virtual as opiniões dividem-se como podemos verificar no Gráfico 8. A maioria dos alunos, 60%, considera que conseguiria nutrir os mesmos sentimentos pelo companheiro virtual, caso este não possuísse um corpo humano tal como tem. Para estes alunos a questão da antropomorfização do agente virtual parece ser menos relevante do que a sua mente e do que a relação que já estabeleceram.

Para 30% dos alunos, por outro lado, o facto do Pequeno Mozart estar materializado num corpo humano é muito importante, uma vez que não conseguem imaginar gostar ou relacionar-se com um ser com quem não se conseguem encontrar um ponto em comum com que se identificar.

Ainda de referir que 10% dos alunos não se sentem certos em relação a esta questão, consideram difícil imaginar se conseguiriam gostar de um companheiro que não tivesse uma forma já familiar, mas não descartaram essa possibilidade à partida.

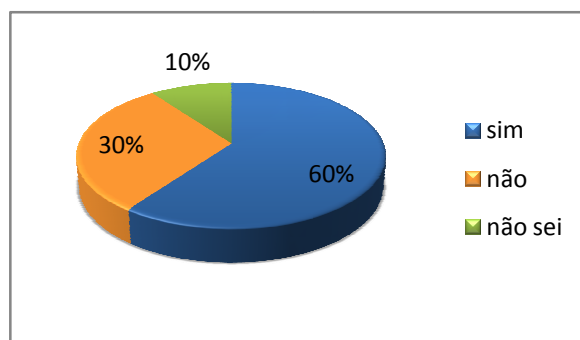


Gráfico 8: Avaliação da opinião dos alunos sobre a corporalização (*embodiment*) do Pequeno Mozart.

6.5.1.11. Gostas das roupas do Mozart?

No que diz respeito ao vestuário utilizado pelo Pequeno Mozart, 93% dos alunos afirmam gostar do vestuário do companheiro virtual, sendo que apenas 7% dos alunos não gosta, referindo que parecem roupas antigas e velhas (ver Gráfico 9). O que indica que, provavelmente, muitos dos alunos entrevistados não associam o tipo de roupa que o companheiro usa com as roupas usadas na época em que o compositor que deu o nome ao companheiro viveu.

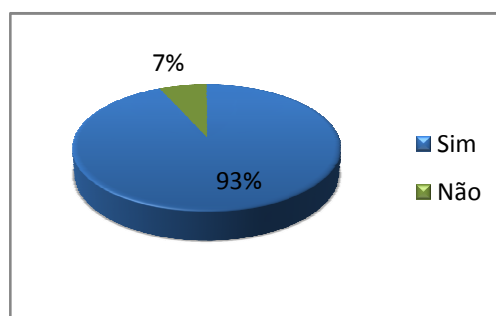


Gráfico 9: Opinião sobre o vestuário do Pequeno Mozart.

Quanto às razões pelas quais os alunos apontam a sua opinião positiva, encontramos a cor (30%), o aspecto antigo e especial das roupas (27%) e a própria estética das roupas (30%) (ver Tabela 5). Na generalidade os alunos destacaram as cores das roupas, dizendo que a utilização de cores vivas, como o vermelho, laranja e amarelo são importantes para que a personagem tenha um aspecto alegre. Quase a totalidade dos 30% dos alunos que referiram as cores como factor preferencial referiram que algumas das cores utilizadas para o vestuário do Pequeno Mozart perfazem as suas cores favoritas. A cor parece, então, ser de grande preponderância para cativar os seus utilizadores, cores escuras, como referiu um dos alunos, não seriam chamativas e transmitiriam sentimentos mais negativos.

Tabela 5: Elementos favoritos no vestuário do Pequeno Mozart.

Elementos favoritos no vestuário do Pequeno Mozart	%
Cor	30
Aspecto antigo e especial das roupas	27
Aspecto estético	30
Não sei	7

Também 30% dos alunos referiram simplesmente que as roupas do seu companheiro virtual eram bonitas, o que revela que a dimensão estética do vestuário é igualmente mais um factor que contribui para o prazer que as crianças retiram da interacção.

Um facto que revela que as crianças não se apercebem da analogia estabelecida no momento de concepção do companheiro virtual com o real compositor *Wolfgang Mozart*, é o facto de 27% dos alunos ter referido que o Pequeno Mozart usa “roupas de príncipe”, “roupas dos tempos antigos”, “roupas de juiz de tribunal” e até “roupas de maestro”. Estes resultados demonstram que à partida, apenas pelo vestuário e cabelo as crianças não associam a personagem apresentada ao seu intuito pedagógico, sendo que poderia ser importante sensibilizar os alunos em idade escolar para a música clássica e para os seus nomes mais relevantes.

6.5.1.12. Gostas das cores das roupas do Mozart?

No que diz respeito às cores das roupas do Pequeno Mozart a grande maioria, 97%, dos alunos afirma gostar bastante da paleta utilizada (ver Gráfico 10), a percentagem de 3% de alunos que diz não gostar das cores referiu que esse facto se prende com razões de cariz desportivo, nomeadamente a cor de equipamentos desportivos associados às equipas.

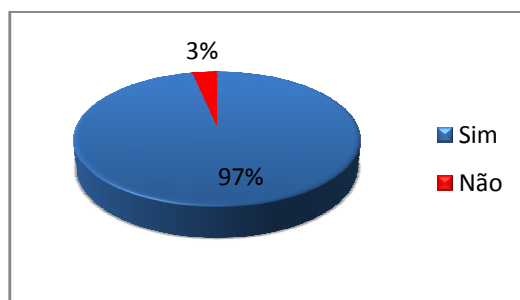


Gráfico 10: Opinião sobre as cores do vestuário do Pequeno Mozart.

Quanto às razões apontadas para a opinião positiva deste aspecto e como é possível verificar na Tabela 6, 40% dos alunos afirma que as cores utilizadas são as suas cores favoritas, o que corrobora o resultado da questão anterior em que 30% dos alunos referiram que um dos aspectos favoritos nas roupas do companheiro virtual é a sua cor.

Outra razão apontada por 30% dos alunos entrevistados é o facto de as roupas do Mozart terem cores alegres, referiram novamente que gostavam do destaque dado ao vermelho, uma vez que esta cor é viva e divertida.

Ainda relevante é a percentagem de 20% de alunos que responderam simplesmente que as cores eram bonitas e, ainda, 10% dos alunos refere que gosta da escolha das cores uma vez que estão de acordo com as suas preferências clubísticas.

Tabela 6: Factores preferenciais nas cores do vestuário do Pequeno Mozart.

Factores preferenciais nas cores do vestuário do Pequeno Mozart	%
Cor favorita	40
Cor associada ao clube desportivo de eleição	10
Cor alegre	30
Beleza	20

Com o intuito de averiguar possíveis alternativas ao vestuário do Pequeno Mozart, perguntamos, igualmente, aos alunos que outras roupas gostariam de ver o companheiro usar, cujos resultados estão apresentados na Tabela 7. Neste sentido, 60% dos respondentes afirmaram que seria interessante ver o companheiro com roupas mais modernas, como camisolas, camisas, calças de ganga e ténis. Estes dados revelam a necessidade que os utilizadores sentem se identificar com o agente virtual a todos os aspectos, quer seja ao nível do corpo, expressão e mesmo vestuário.

Tabela 7: Sugestões de novas peças de vestuário para o Pequeno Mozart.

Sugestões de novas peças de vestuário	%
Não mudava nada	17
Fatos de carnaval	3
Roupas modernas	60
Equipamento desportivo	3
Roupa de praia	3
Chapéu	3
Não sei	10

Interessante é o facto de 17% dos alunos referir que não mudaria nada no aspecto do Pequeno Mozart e que gostam dele tal como está. De todos os respondentes, apenas 10% não sabe ou não tem sugestões a fazer neste contexto e as restantes opiniões dividem-se entre a possibilidade do Pequeno Mozart ter alternativas como fatos de carnaval, equipamento desportivo, roupa de praia e chapéus.

6.5.1.13. Gostavas que o Pequeno Mozart estivesse no telemóvel para estar sempre contigo?

No que concerne à migração do Pequeno Mozart para dispositivos móveis, como podemos verificar no Gráfico 11, 97% dos alunos considerou essa possibilidade interessante, referindo que seria bom poder ter acesso constante ao *software*, em qualquer altura do dia e em qualquer lugar. Contudo, 3% dos respondentes não concorda com esta migração, defendendo que dessa forma o companheiro virtual irá ficar demasiado pequeno, o que dificultará a sua visualização.

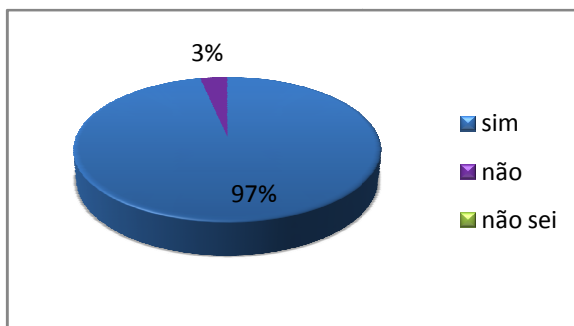


Gráfico 11: Opinião dos alunos sobre a migração do Pequeno Mozart para dispositivo móvel.

6.5.1.14. Existe mais alguma coisa que gostarias de mudar no Pequeno Mozart?

De todos os respondentes, 57% respondem que não mudariam nada no Pequeno Mozart de uma forma geral, um claro indicativo de que estão contentes com o companheiro e com o seu aspecto geral (ver Gráfico 12).

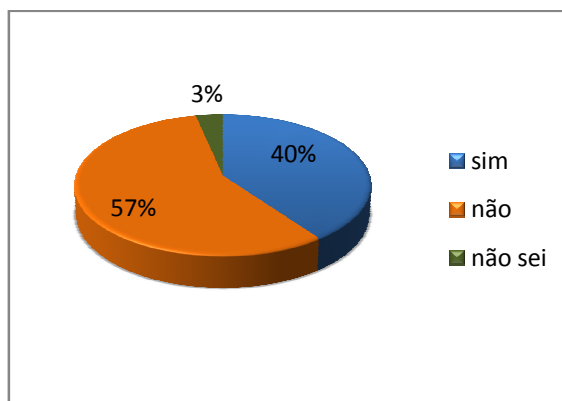


Gráfico 12: Opinião dos alunos sobre possíveis mudanças no Pequeno Mozart.

Por outro lado, 40% dos alunos afirma que gostava de mudar algum aspecto no Pequeno Mozart, sendo que entre as características mais referidas encontram-se o cabelo (42%), as roupas (17%), disponibilização de mais músicas (17%), cara (8%), pés (8%) e todo o conjunto de roupa, cara e nariz (8%).

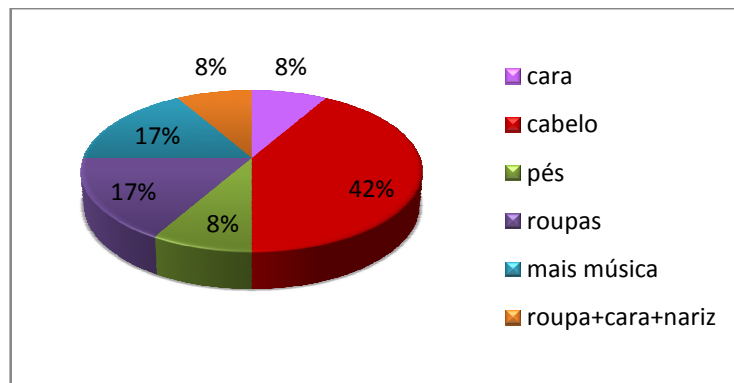


Gráfico 13: Opinião dos alunos sobre possíveis aspectos a alterar no Pequeno Mozart.

Como podemos verificar no Gráfico 13 a maior parte dos respondentes refere o cabelo como elemento que gostava de ver alterado no Pequeno Mozart, uma característica que também relembra a inspiração da personagem e que apela à identificação por parte das crianças.

6.5.2. IDENTIFICAÇÃO DAS EXPRESSÕES FACIAIS DAS 6 EMOÇÕES BÁSICAS

No seguimento da entrevista feita aos alunos participantes no estudo, fizemos uma demonstração das novas expressões faciais do Pequeno Mozart, tendo por objectivo averiguar se os alunos conseguem identificar as mesmas e se estas cumprem o seu objectivo de tornar a interacção mais natural através do *feedback* do estado emocional do companheiro virtual.

Para cumprir esta meta foi mostrada cada imagem com cada expressão e, de seguida, questionamos o que estaria o companheiro virtual a sentir. No final inquirimos, ainda, os alunos no sentido de saber se estes compreendem qual o objectivo de o Pequeno Mozart dar a conhecer o seu estado emocional e se esse factor é relevante para o seu desempenho no jogo.

6.5.2.1. Felicidade

Sendo a felicidade uma emoção de expressão imediatamente identificada pelo sorriso, os alunos inquiridos não demonstraram qualquer dúvida em reconhecer o sentimento positivo subjacente. Existiram apenas variações nas denominações que cada aluno atribuiu à expressão, sendo que 73% dos alunos identificou o companheiro virtual como estando **feliz**, 23% dos alunos afirmou que o Pequeno Mozart se encontra **contente**, enquanto que 4% dos alunos refere que o companheiro está **alegre** (ver Gráfico 14). Apesar de, como já foi referido, existirem variações nos termos utilizados, todos eles podem ser considerados sinónimos entre si, portanto, não existe à partida ambiguidade na expressão concebida.

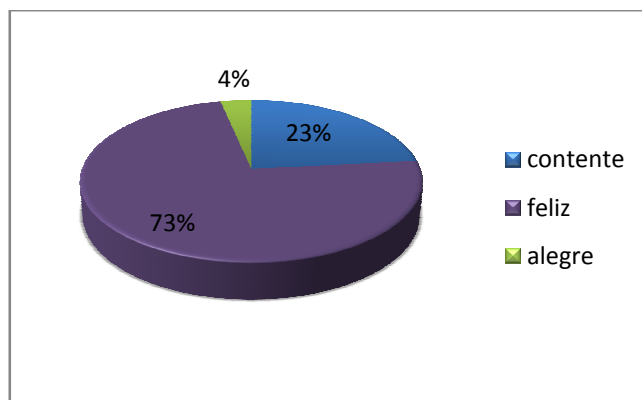


Gráfico 14: Avaliação da expressão de felicidade pelos alunos.

No que diz respeito à percepção que as crianças possuem da utilidade da demonstração desta emoção, a grande maioria dos alunos afirma que esta expressão ocorre quando o Pequeno Mozart fica contente quando estes acertam nas notas, ou fazem uma boa composição melódica. Os respondentes também defendem que é importante existir este *feedback*, uma vez que lhes permite saber quando estão a desempenhar um bom trabalho.

6.5.2.2. Cólera

A expressão facial da emoção cólera que é, também, facilmente reconhecida pela contracção dos lábios e das sobrancelhas não levantou muitas dúvidas na maior parte dos alunos. Mais uma vez foram referidas algumas terminologias com significados semelhantes, mas tendo em mente que a amostra entrevistada se encontra entre os 6 e 7 anos é necessário ter em consideração o facto de o seu vocabulário ainda não estar totalmente desenvolvido.

Neste sentido, e como podemos verificar no Gráfico 15, a grande maioria dos alunos, 67%, identifica esta expressão facial no Pequeno Mozart como estando **zangado**, seguidamente 10% de alunos afirma que o companheiro virtual está **chateado**, no entanto, 7% dos respondentes considera que esta expressão facial transmite na verdade **tristeza**. Alguns alunos referem ainda que o Pequeno Mozart se encontra **aborrecido** (3%) e **nervoso** (3%).

Contudo, 10% dos alunos respondeu de forma ambígua, 7% de alunos que respondeu **mais ou menos** e 3% que respondeu **não**, não sendo possível concluir de forma clara qual a sua percepção sobre esta emoção.

Ainda que tenhamos recebido algumas respostas ambíguas consideramos que de uma forma global esta expressão foi transparente e correctamente identificada.

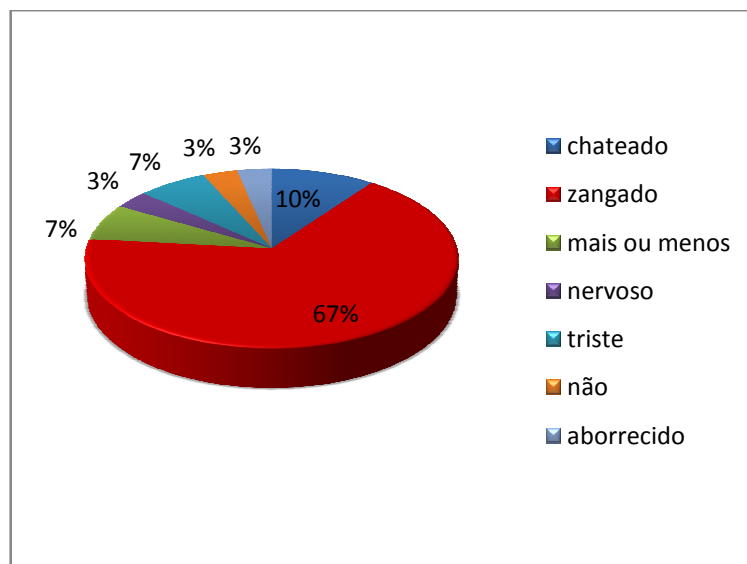


Gráfico 15: Avaliação da expressão de cólera pelos alunos.

Relativamente à percepção que os alunos possuem da função que esta emoção pode desempenhar no decorrer da interacção, os respondentes consideram que o Pequeno Mozart exprime esta emoção quando estes erram continuamente na escolha das notas musicais. O *feedback* dado por esta expressão facial é, assim, relevante na interacção, visto que é mais uma forma de guiar o utilizador no percurso correcto que culmina na criação de uma bela composição melódica.

6.5.2.3. Medo

O medo é, de forma geral, uma emoção expressa com grande enfoque nos olhos e sobrancelhas. Neste caso, os participantes na sua maioria apontaram que a emoção presente na expressão facial apresentada é relacionada com medo, ainda assim também com variação na terminologia.

Uma parte significativa da amostra estudada, 40%, considera que o Pequeno Mozart com esta expressão está **assustado**, já 10% dos alunos utiliza mesmo o termo **medo** para descrever a presente expressão (ver Gráfico 16). Estes dados perfazem 50% dos participantes, o que coloca esta expressão a meio termo, uma vez que ainda é elevada a percentagem que não tem uma correcta percepção da emoção que se pretende transmitir.

Como já referimos, uma percentagem considerável de alunos não conseguiu nomear correctamente a emoção subjacente à expressão facial apresentada, 14% dos participantes identificou o companheiro virtual como estando **admirado**, também 14% dos entrevistados afirma que o seu companheiro está **triste**, 7% dos alunos afirmou que o Pequeno Mozart se encontra **zangado**, as restantes avaliações dividem-se entre **espantado** (3%) e **impressionado** (3%), sendo que 3% dos alunos não consegue identificar a emoção transmitida.

Também neste caso existem alguma ambiguidade nos dados provenientes de 6% dos alunos entrevistados, 3% diz simplesmente **não** e 3% diz **mais ou menos**, o que impede uma visão da totalidade da amostra estudada no contexto desta expressão em particular.

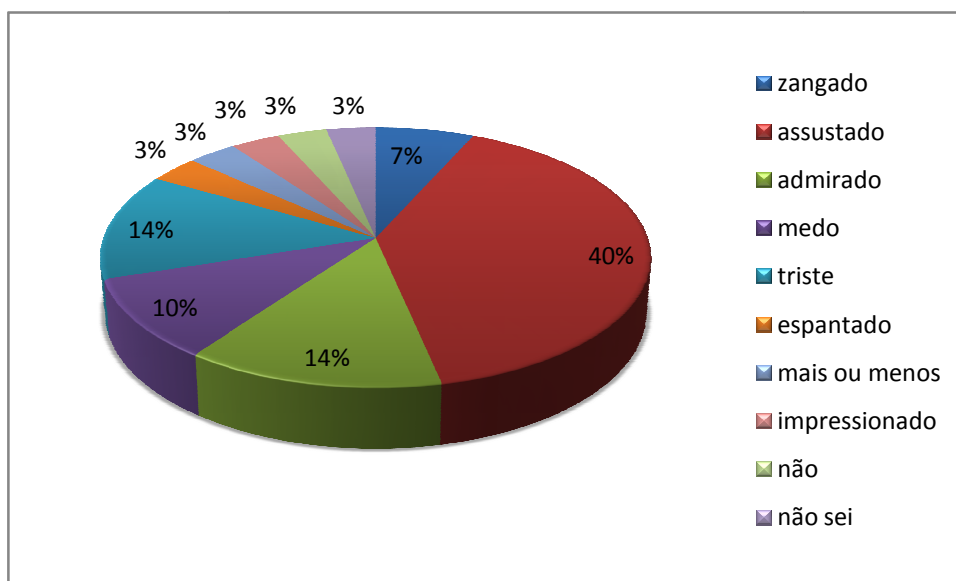


Gráfico 16: Avaliação da expressão de medo pelos alunos.

No âmbito desta emoção os entrevistados não conseguiram referir a aplicação prática de exprimir medo durante a interacção.

6.5.2.4. Repulsa

Transmitir a emoção de repulsa apresentou-se como um dos maiores desafios neste processo, uma vez que a informação sobre a expressão facial associada a esta emoção não é totalmente consensual, especialmente no movimento da boca. Este facto traduz-se em resultados pouco esclarecedores, uma vez que muitos alunos não conseguiram explicar de forma clara o que o Pequeno Mozart está a transmitir.

Neste sentido, apenas 17% da amostra estudada afirma que o Pequeno Mozart está a sentir **nojo**, o que não é muito significativo, 3% dos alunos refere que o companheiro está a **estranhar** e 7% refere que o companheiro **não está a gostar** do que está a ver (ver Gráfico 17). Estes dados apesar de terem sido verbalizados de formas distintas podem ser directa ou indirectamente relacionados com a emoção de repulsa.

Em oposição, os restantes dados ou foram ambíguos ou confundidos com outras emoções que não repulsa. Uma significativa percentagem de 30% de participantes considerou que o Pequeno Mozart está **zangado**, talvez por ter os dentes cerrados, o que pode induzir o utlizador a pensar que o companheiro se sente enraivecido. Da amostra estudada, 7% afirma que o companheiro virtual está **furioso**, **nervoso** (7%) e **irritado** (7%), sentimentos também com conotação negativa.

Outras respostas dividem-se entre **esquisito** (4%), **medo** (3%), **sem medo** (3%) e **piroso** (3%), estes são dados pouco claros e que indicam que a expressão de repulsa não é esclarecedora nem intuitiva. Para esta conclusão também contribuem outras respostas ambíguas como **bem** (3%), **fixe** (3%) e **não sei** (3%), por conseguinte permanece uma dúvida, se esta ambiguidade na percepção da amostra se prende com o facto de ainda estarem no início da sua formação escolar e esta ser uma emoção ainda complexa ou se, por outro lado, se prende com a expressão em si da emoção.

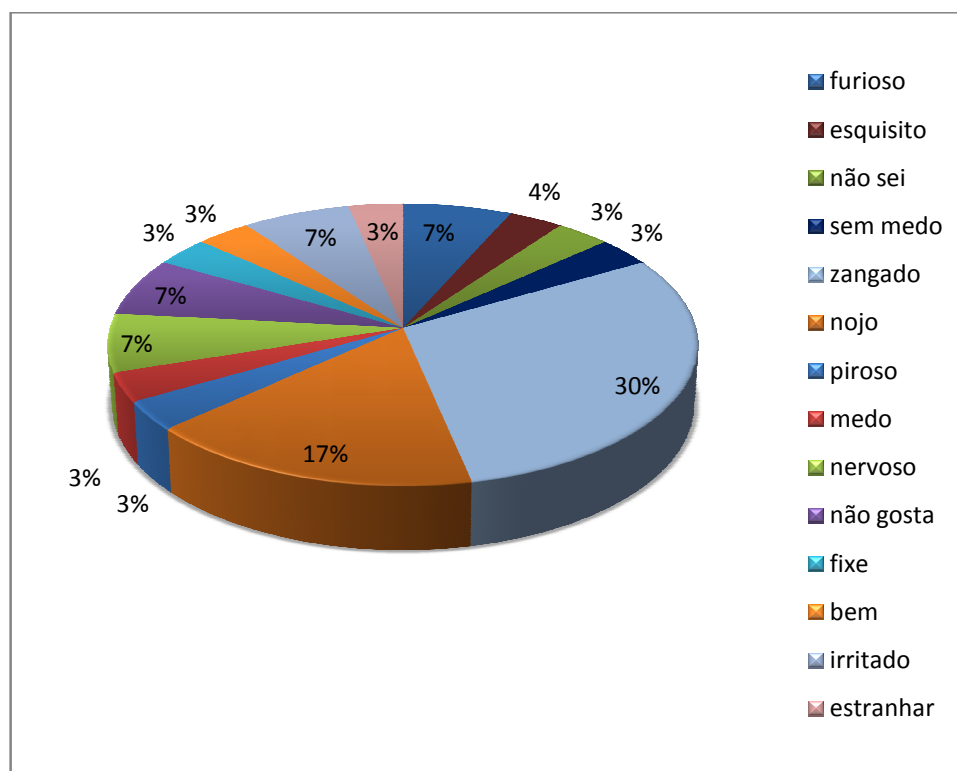


Gráfico 17: Avaliação da expressão de repulsa pelos alunos.

No contexto desta emoção a amostra também não conseguiu referir a aplicabilidade prática da mesma na interacção com o *software*.

6.5.2.5. Surpresa

No que diz respeito aos resultados obtidos com a demonstração da expressão facial da emoção surpresa, estes foram também distribuídos por diferentes terminologias e interpretações.

Uma avaliação correcta da emoção transmitida foi feita apenas por 20% dos alunos entrevistados (ver Gráfico 18), sendo que 17% da amostra afirma que o Pequeno Mozart se encontra **admirado**, um termo que pode ser considerado equivalente à emoção em causa, e 3% da amostra refere que este está **pasmado**, também um possível sinónimo de surpresa.

A restante amostra de 80% dos participantes faz uma avaliação baseada em sentimentos mais positivos, sendo que 27% dos alunos considera que o Pequeno Mozart parece **feliz**, 23% dos alunos considera que este está **contente**, 10% considera que está **alegre**, 17% considera que está **sorridente** e 3% considera que está **bem**.

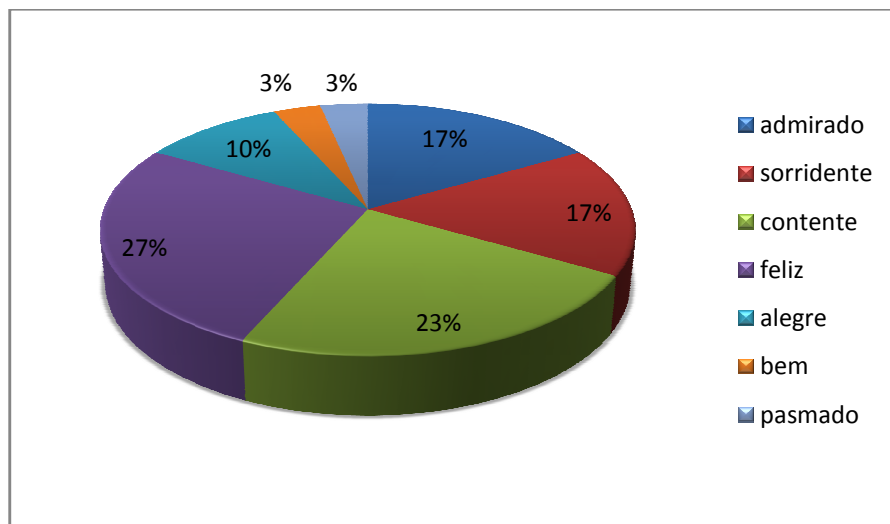


Gráfico 18: Avaliação da expressão de surpresa pelos alunos.

Os alunos que correctamente identificaram a emoção que se pretende transmitir referem que esta emoção pode surgir no ambiente de jogo quando o utilizador erra várias vezes na escolha das notas e, de seguida, volta a acertar, despoletando no companheiro um sentimento de surpresa agradável. E pelo contrário, pode ocorrer quando o utilizador acerta consistentemente nas notas e a certa altura selecciona uma nota que não se enquadra na composição, o que despoleta no Pequeno Mozart um sentimento de surpresa mais decepcionante.

6.5.2.6. Tristeza

A expressão da emoção tristeza foi a que suscitou menos dúvidas, uma vez que é provavelmente uma das emoções mais facilmente identificadas pela expressão facial.

A maioria da amostra, 93% afirma que o Pequeno Mozart se sente **triste**, contudo 4% dos respondentes considera que o companheiro virtual está, na verdade, **zangado**. Existe, ainda, uma percentagem de 3% de alunos que dá uma resposta ambígua, o que dificulta a compreensão da visão e da percepção que a amostra tem desta expressão facial (ver Gráfico 19).

Nesta análise, apesar de existirem alguns dados contrastantes, estes não são significativos na amostra, portanto, na identificação da expressão da emoção em causa não existe também à partida ambiguidade.

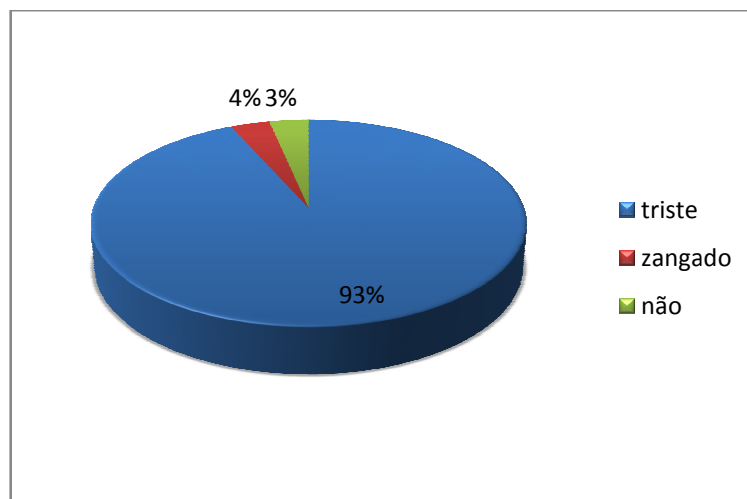


Gráfico 19: Avaliação da expressão de tristeza pelos alunos.

Relativamente à aplicação desta expressão facial no âmbito da interacção, os alunos apontam que é um bom indicador de que não estão a fazer um bom trabalho e, portanto, é interessante para que saibam como se estão a sair nas suas tarefas.

Neste capítulo foram apresentados os dados recolhidos desde Fevereiro e Maio de 2009 através da interacção semanal com um grupo de crianças que perfazem o potencial utilizador do *software* “Pequeno Mozart”. Seguidamente serão apresentadas as conclusões da investigação.

CONCLUSÕES

Mediante a revisão bibliográfica efectuada é possível identificar alguns conceitos e ideias que têm vindo a ser desenvolvidos e aplicados à realidade dos agentes virtuais tutores. Destaca-se, neste âmbito, a emoção como um elemento essencial e vital para a criação de um agente virtual social e emocionalmente inteligente. A emoção coloca o companheiro virtual mais próximo do ser humano, dota-o de características inerentemente humanas o que permite que este se relacione com o utilizador de forma familiar e esperada (Norman, Ortony, & Russell, 2002). Um companheiro virtual dotado de emoção consegue facilitar o processo de comunicação com o utilizador, consegue desenvolver as suas próprias capacidades de socialização, desenvolver os seus próprios mecanismos de controlo de informação afectiva e, também, conquista o poder de proporcionar ao utilizador uma interacção menos frustrante (Picard, 2000). Desta forma, um companheiro virtual com estas capacidades pode almejar à total independência e auto-sobrevivência.

Durante todo o percurso da investigação foram conhecidas várias visões de investigadores da área da inteligência artificial e robótica, cujas opiniões e pontos de vista não se opõem, ao invés entrelaçam-se e confluem em ideias-chave. A emoção e a importância da sua expressão que contribuem para diversas funções cognitivas, entre as quais a aprendizagem e, como tal, deve apresentar-se como elemento primário a ter em consideração no desenvolvimento desta tipologia de agentes virtuais tutores, *“For example, evidence suggests that emotions are crucial for effective decision making (Damasio 1994; LeDoux 1996; Mele 2001), memory (Bower 1991; Nasby and Yando, 1982), teaching (Lepper 1988), coping with environmental stressors (Lazarus 1991), communication (Brave and Nass 2002), and social reasoning (Forgas 1991; Frank 1988)”* (apud Gratch & Marsella, 2005, p. 3).

A relevância de o agente virtual se materializar numa forma humana é exposta por de Vos, Gulz, Haake, Johnson, Rickel e Lester, sendo que todos concordam que a presença de um agente antropomórfico assegura uma interacção mais realista e divertida para o utilizador.

A expressão de emoção é igualmente defendida como factor de identificação e desenvolvimento de empatia com o utilizador, esta é talvez das condições mais importantes na relação com o utilizador e, por conseguinte, requer uma cuidada análise e concepção.

1. CONCLUSÕES DO ESTUDO

Posto isto, a análise dos dados recolhidos permite verificar uma crescente tendência na utilização e mediatização dos companheiros virtuais, sendo que uma parte significativa da amostra estudada já conhece este fenómeno e inclusivamente utilizaram outras aplicações onde figuravam agentes virtuais.

Uma questão importante, levantada no decurso da investigação, é o estabelecimento de empatia e a potencialidade de criação de relações a longo prazo entre o agente virtual e o

utilizador. No caso do Pequeno Mozart, apesar de este ser um estudo ainda na sua fase inicial, existem já fortes indícios de criação de laços entre as crianças e o companheiro virtual. Estes laços verificam-se no entusiasmo demonstrado ao início de cada sessão, na forma como os alunos se dirigem ao companheiro, na forma como reagem aos comentários e como reagem na hora de terminar a sessão: quase todos os alunos observados desde sempre afirmaram que o Pequeno Mozart é um amigo simpático e alegre. Já no que diz respeito ao intuito pedagógico do companheiro virtual, este não é percepcionado por toda a amostra, é bastante significativo o número de alunos que considera que a função do companheiro é apenas construir músicas e, portanto, o principal objectivo de ensinar a melhorar e a desenvolver a composição melódica não tem destaque suficiente para ser notado.

No que concerne ao aspecto físico do Pequeno Mozart, a conclusão geral é que este é bastante apreciado pela amostra estudada. Quase a totalidade dos alunos entrevistados gosta da cara do companheiro virtual, em particular os olhos e o cabelo, sendo que alguns a consideram expressiva, no entanto, uma quantidade significativa dos respondentes não consegue deduzir o estado emocional do companheiro virtual durante a interacção.

O vestuário utilizado pelo companheiro virtual pode, igualmente, exercer influência sobre a opinião do utilizador e, neste caso, quase a totalidade da amostra estudada gosta das roupas do Pequeno Mozart, apontando as suas cores e estética como factor preferencial. Já relativamente às cores das roupas, e como apontaram para o factor preferencial do vestuário, são do agrado da grande maioria dos alunos, sendo que estes realçaram o gosto particular pelas cores utilizadas. Algumas das opiniões contrastantes relacionam-se com o facto de as cores serem associadas a equipas desportivas que não as da preferências dos alunos, é interessante o facto de estas respostas terem sido dadas por alunos do sexo masculino, o que demonstra que a temática desportiva pode, também, ser transposta para o ambiente virtual de interacção pelos utilizadores do sexo masculino.

A questão da antropomorfia no companheiro virtual parece assumir relevância para os alunos alvo de estudo, é reforçada a ideia de que gostam que o Pequeno Mozart seja parecido com eles, é também patente nas constantes sugestões para que este use roupas mais modernas e penteados mais modernos tal como eles próprios usam.

No que diz respeito à expressão de emoção através das expressões faciais, esta parece ser, na opinião de vários elementos da amostra, uma forma intuitiva de saber se o seu desempenho está a ser satisfatório ou não para a entidade tutora. Neste sentido, e depois de analisar os resultados de todos os alunos verifica-se que a felicidade e a tristeza são as emoções identificadas com mais facilidade e rapidez, e são, na opinião da amostra, uma boa estratégia de *feedback* ao utilizador, no que diz respeito à escolha das notas musicais para a composição melódica. A expressão de cólera também não levanta muitas dúvidas entre os alunos respondentes: a maioria identifica o Pequeno Mozart como estando zangado ou chateado, o que pode também contribuir para a percepção do desempenho do utilizador. A

expressão de medo suscita algumas dúvidas, sendo que apenas metade da amostra identifica correctamente a emoção que se pretende transmitir e, ainda, não conseguem atribuir a contribuição prática que esta expressão assumiria na interacção.

Contudo, as expressões faciais que exprimem repulsa e surpresa foram alvo de bastantes dúvidas por parte da amostra em estudo, ainda que alguns alunos entrevistados tenham identificado a emoção subjacente utilizando denominações diferentes e demonstrado dificuldade em verbalizar a sua avaliação. Quanto à aplicação destas expressões ao ambiente de interacção, a amostra refere que apenas a surpresa é passível de ser relevante para o rumo e sucesso da interacção.

Deste modo, quatro das seis expressões faciais são, segundo a amostra, uma forma mais natural de dar *feedback* ao utilizador da sua *performance*, recorrendo, assim, a uma estratégia semelhante à comunicação face-a-face, em que os intervenientes da interacção recebem *feedback* do estado emocional do outro interveniente através das suas expressões faciais e corporais. Num plano geral, os alunos consideram que o *feedback* providenciado pelas expressões faciais são uma forma eficiente de estes compreenderem mais rápida e facilmente o que estão a fazer de modo correcto e incorrecto.

Considera-se de modo geral que o aspecto visual do Pequeno Mozart exerce grande influência no grau de satisfação e propensão nos alunos a querer voltar a interagir com o companheiro virtual. Os aspectos mais destacados ao nível de características favoritas do personagem usado no *software* foram o vestuário, cores e face do companheiro virtual, o que reforça a afirmação de Gulz e Haake: *“By now there is substantial evidence that learners’ expectations, attitudes, understanding and motivation in various ways are affected by the visual design of a virtual pedagogical agent. It may influence the following: learners’ beliefs in their own competence in approaching a certain subject matter, their willingness to pay attention to a presentation or tutorial, the extent to which they find something trustworthy or relevant, how hard they try to understand a material, and so on.”* (Gulz & Haake, 2006, p. 6).

Tal como foi traçado ao início da investigação surge assim a possível conexão entre a realidade dos companheiros virtuais e o design emocional. Podemos considerar que o design visceral, que se preocupa com a estética do produto, se traduz no Pequeno Mozart através das cores utilizadas no vestuário e restante cenário, sendo utilizadas cores vivas e alegres que agradam às crianças e promovendo a vontade de reutilização da aplicação. Os princípios do design de dimensão visceral cumprem, assim, a sua função de apelar ao sentido instintivo e primário do utilizador, o primeiro impacto causado pelo nível estético é forte e despoleta nos utilizadores uma curiosidade e desejo de interagir com o companheiro virtual.

A dimensão da usabilidade e funcionalidade do produto está ao encargo do design comportamental, e neste âmbito considera-se que a preocupação em implementar um bom arquétipo de expressão de emoção funciona como uma forma de facilitar o processo de

interacção entre o utilizador e o companheiro virtual, uma vez que o utilizador recebe um *feedback* natural numa base constante durante todo o jogo. A funcionalidade e função do Pequeno Mozart em ensinar os elementos base da composição melódica são expostas e conseguidas através da demonstração da tarefa e *feedback* ao utilizador do seu desempenho. Desta forma, o utilizador consegue ter uma ideia das acções que está a desempenhar correcta ou incorrectamente.

O desenvolvimento de empatia entre o utilizador e o companheiro permite que o utilizador mantenha uma boa recordação da interacção e que volte a querer interagir, o objectivo último do design reflexivo. No caso da interacção entre a amostra alvo de estudo e o Pequeno Mozart parece existir a base para atingir o objectivo ao nível do design emocional, os alunos demonstram divertir-se durante as sessões, despedindo-se entusiasticamente do seu companheiro no fim da interacção, contudo, o processo de estabelecer confiança e amizade com outrem não é algo de imediato e, portanto, a longo prazo será interessante verificar se a empatia a que se assiste ainda poderá aumentar e desenvolver-se.

Quanto à possibilidade da utilização de agentes/companheiros virtuais tutores para potenciar o processo de aprendizagem, não existem dados suficientes para comprovar com exactidão esta afirmação. Mediante a observação e conversas realizadas no decurso das sessões de interacção, verificou-se que alguns alunos começaram a identificar as notas musicais com maior facilidade e os tempos permitidos no âmbito de cada composição, contudo, esta análise ainda se encontra numa fase incipiente. Ainda que se tenham verificado casos em que os alunos se evidenciam mais desenvolvidos no ambiente musical, esta é ainda uma avaliação precoce e com necessidade de um estudo mais profundo a longo prazo.

Confrontando a hipótese formulada no início do estudo acerca da relevância das expressões faciais no estabelecimento de empatia e vínculo entre utilizador e companheiro virtual, esta parece confirmar-se tendo por base os dados recolhidos. Uma mais vasta variedade de expressões faciais permitiram que os alunos se identificassem e reagissem de forma mais intensa ao *feedback* do Pequeno Mozart, sendo que também demonstravam tristeza quando o companheiro virtual se entristecia e entusiasmo quando o companheiro virtual se alegrava com as suas escolhas.

Deste modo, a expressão de emoção contribui para a humanização do companheiro virtual, o que por sua vez facilita a identificação do utilizador com o mesmo contribuindo o design emocional para a satisfação do utilizador ao interagir com o companheiro virtual. Permite-se assim que o utilizador continue a ter vontade de interagir, potenciando, desta forma, a execução de tarefas e aprendizagem dos conteúdos da aplicação, em que o companheiro virtual se insere.

2. LIMITAÇÕES NO TRABALHO DESENVOLVIDO

No decurso deste estudo foram encontradas algumas limitações, inicialmente foi necessário ultrapassar o facto de para o desenvolvimento da componente prática não existir muita experiência por parte da investigadora com a ferramenta de modelação em 3d, o 3d Studio Max, o que foi ultrapassado com a leitura extensiva de tutoriais disponíveis na Internet e guias de utilização do próprio *software*. Após este desafio inicial o desenvolvimento técnico desenrolou-se sem problemas aparentes.

É, ainda, de realçar uma questão que se apresentou de certa forma como um desafio, o facto de o estudo experimental ter sido efectuado directamente com os potenciais utilizadores do *software* Pequeno Mozart. O desafio reside especificamente no facto de as opiniões e comentário de crianças de 6 anos serem por vezes voláteis, torna-se necessário explicar explicitamente aquilo que desejamos saber, o que dificultou um pouco o processo de recolha de dados.

3. TRABALHO FUTURO

O projecto LIREC, mencionado na secção 6.1., em que o presente estudo se insere dispõe ainda de 3 anos para continuar o processo de investigação e, neste âmbito, a contribuição do presente estudo poderia ser aperfeiçoada através da introdução de novos elementos na aplicação e no próprio companheiro virtual.

Uma componente que seria de grande interesse abordar é o desenvolvimento de métodos de reconhecimento facial do utilizador, desta forma, o processo de detecção do estado emocional do mesmo seria mais eficaz e eficiente. Ainda que, já existam mecanismos para efectuar essa detecção, esta é feita através da monitorização dos movimentos do utilizador, como o tempo que demora a efectuar uma acção ou as escolhas que realiza no jogo. Seria importante complementar esta técnica com um mecanismo que avaliasse directamente as expressões faciais e corporais do utilizador, para que existisse uma resposta mais adequada e rápida às necessidades do utilizador.

Ao nível da estética do companheiro virtual seria interessante dotá-lo de mais cenários de interacção e escolha de vestuário pelo utilizador, o que poderia manter o nível de entusiasmo e interesse do utilizador ainda mais elevados. A personalização de uma personagem de jogo parece despertar o interesse do utilizador, sendo que este tem uma oportunidade de o criar à sua semelhança, o que, por sua vez, aumenta o nível de identificação e empatia com o mesmo. Neste contexto, seria também pertinente explorar em maior dimensão o estudo das cores e da influência que as mesmas desempenham num ambiente virtual de jogo ou aprendizagem. Tendo-se verificado respostas tão entusiastas em relação à cor e à sua utilização revela-se de grande importância um estudo mais profundo e detalhado acerca da atracção e atenção que estas despoletam.

Uma questão de grande interesse é apurar se, de facto, a utilização de companheiros virtuais como agentes tutores, em aplicações de índole pedagógica, contribui para o processo de aprendizagem e para o seu desenvolvimento. Um estudo a este nível terá que se desenrolar a um prazo mais longo de maneira a averiguar e compreender se as capacidades intelectuais dos utilizadores saíão beneficiadas da interacção com um companheiro virtual como, por exemplo, o Pequeno Mozart.

7. Bibliografia

(s.d.). Obtido em 24 de Novembro de 2008, de Design and Emotion Society: www.designandemotion.org

André, E., Klesen, M., Gebhard, P., Allen, S., & Rist, T. (2000). *Exploiting Models of Personality and Emotions to Control the Behavior of Animated Interactive Agents*. Alemanha.

Bartneck, C. (2002). *Integrating the OCC Model of Emotions in Embodied Characters*. Eindhoven: Eindhoven University of Eindhoven.

Breazeal, C. (2003). "Emotion and sociable humanoid robots", in *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 59, pp. 119-155.

Breazeal, C. (2003). "Function meets Style: Insights from Emotion Theory Applied to HRI", in *IEEE Transactions on Man, Cybernetics and Systems*, Vol. XX.

Breazeal, C. L. (2004). *Designing Sociable Robots*. Cambridge: MIT Press.

Breazeal, C. (2000). *Sociable Machines: Expressive Social Exchange Between Humans and Robots*. Massachusetts Institute of Technology.

Breazeal, C. (2003). "Social Interactions in HRI: The Robot View", in *IEEE Transactions on Man, Cybernetics and System-Part C*, Vol. XX, pp. 1-6.

Breazeal, C., & Brooks, R. (2003). "Robot Emotion: A Functional Perspective", in *Who Needs Emotions: The Brain Meets the Robot*, pp. 271-310. MIT Press.

Breazeal, C., & Scassellati, B. (2001). *Challenges in Building Robots That Imitate People*. Cambridge: MIT Artificial Intelligence Laboratory.

Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

Cassel, J. (2001). *Embodied Conversational Agents: Representation and Intelligence in User Interface*. Cambridge: *AI Magazine*.

Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). Intelligent Tutoring Systems, in T. Helander, & P. Landauer, *Handbook of Human-Computer Interaction*.

Damásio, A. (2003). *Ao Encontro de Espinosa – As Emoções Sociais e a Neurologia do Sentir*. Lisboa: Publicações: Europa-América.

Damásio, A. (1996). *O erro de Descartes: emoção, razão e cérebro humano*. Lisboa: Publicações: Europa-América.

Damásio, A. (2000). *O Sentimento de Si: o corpo, a emoção e a neurobiologia da consciência*. Lisboa: Publicações: Europa-América.

de Vos, E. (2002). *Look at that Doggy in Windows, on effects of anthropomorphism in human-agent interaction*. Doctoral Thesis, Utrecht University.

Desmet, P. (5 de Novembro de 2006). Getting Emotional with... Pieter Desmet. (M. van Hout, Entrevistador)

Donato, G., Bartlett, M. S., Hager, J. C., Ekman, P., & Sejnowski, T. J. (1999). "Classifying Facial Actions", in *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE*, Vol. 21, pp. 974-989.

Dryer, D. C. (1999). "Getting Personal with Computers: How to Design Personalities for Agents", in *Applied Artificial Intelligence*, Vol. 13, pp. 273-295. Califórnia: Taylor & Francis.

Ehlert, P. (2003). *Intelligent User Interfaces*. The Netherlands: Delft University of Technology.

Ekman, P. (1999). "Basic Emotions", in *Handbook of Cognition and Emotion*. Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.

Ekman, P. (1993). "Facial Expression and Emotion", in *American Psychologist*, Vol. 48, pp. 384-392.

Ekman, P. (1999). "Facial Expressions", in *Handbook of Cognition and Emotion*. John Wiley & Sons Ltd.

Ellsworth, P. C. (1994). "William James and Emotion: Is a Century of Fame Worth a Century of Misunderstanding?", in *Psychological Review*, Vol. 101, pp. 222-229.

Facial Muscles. (s.d.). Obtido em 19 de Março de 2009, de Voice & Speech Source: <http://www.yorku.ca/earmstro/journey/facial.html>

FACS - Facial Action Coding System. (s.d.). Obtido em 19 de Março de 2009, de <http://www-2.cs.cmu.edu/afs/cs/project/face/www/facs.htm>

Gleitman, H. (1993). *Psicologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Greenhalgh, P. (1993). *Quotations and Sources on Design and the Decorative Arts*. Manchester University Press.

Gross, J. J. (1999). "Emotion and Emotion Regulation", in *Handbook of Personality: Theory and Research*, pp. 525-552. New York: Guildford Press.

Gulz, A., & Haake, M. (2006). "Design of animated pedagogical agents - A look at their look", in *International Journal of Human-Computer Studies*, pp. 322-339.

Herbon, A., Peter, C., Markert, L., van der Meer, E., & Voskamp, J. (2005). *Emotion Studies in HCI- a New Approach*. Berlim.

Hoyle, M. A., & Lueg, C. (1997). "Open Sesame!: A Look at Personal Assistants", in *International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*, pp. 51-60.

Hudlicka, E. (2003). "To feel or not to feel: The role of affect in human-computer interaction", in *International Journal of Human-Computer Studies*, pp. 1-23.

Ishii, H., & Ullmer, B. (2000). "Emerging frameworks for tangible user interfaces" in *Human-Computer Interaction in the New Millenium*, pp. 579-601. Addison-Wesley.

Johnson, W. L., Rickel, J. W., & Lester, J. C. (2000). "Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments", in *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, pp. 1-36.

Kaiser, S., & Wehrle, T. (2000). *Emotion research and AI: Some theoretical and technical issues*. Genébra.

Lerios, A., Garfinkle, C., & Levoy, M. (1995). "Feature-Based Volume Metamorphosis" in *Computer Graphics Proceedings*, pp. 449-456.

Lester, J. C., & Stone, B. A. (1997). *Increasing Believability in Animated Pedagogical Agents*, pp. 16-21. Raleigh.

Lien, J., Kanade, T., Cohn, J., & Li, C. (1999). "Detection, Tracking and Classification of Action Units in Facial Expression", in *Journal of Robotics and Autonomous Systems*, pp. 1-39.

Lisetti, C. L., & Schiano, D. J. (2000). "Automatic Facial Expression Interpretation: Where Human-Computer Interaction, Artificial Intelligence and Cognitive Science Intersect", in *Pragmatics and Cognition: Special Issue on Facial Information Processing: A Multidisciplinary Perspective*, Vol. 8, pp. 185-235.

Makimoto, T., & Doi, T. T. (2002). *Chip Technologies for Entertainment Robots: Present and Future*.

Malfaz, M., & Salichs, M. A. (2004). *A new architecture for autonomous robots based on emotions*. Madrid: Carlos III University of Madrid.

Mattsson, F. (2005). *Character design: Creating Interesting GameCharacters*. Gotland University.

McGaugh, J. L. (2003). *Memory and Emotion: The Making of Lasting Memories*. Londres: Weidenfeld & Nicolson.

Muscles of facial expression. (s.d.). Obtido em 19 de Março de 2009, de <http://www.getbodysmart.com/ap/muscularsystem/headneck/expression/menu/menu.html>

Norman, D. A. (2004). *Emotional design: why we love (or hate) everyday things*. Nova Iorque: Basic Books.

Norman, D. A., Ortony, A., & Russell, D. M. (2002). *Affect and Machine Design: Lessons for the development of autonomous machines*, pp. 1-10.

Ortony, A., Clore, G. L., & Collins, A. (1990). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.

Paiva, A., Machado, I., & Martinho, C. (1999). "Enriching Pedagogical Agents with Emotional Behavior: The Case of Vincent", in *Workshop on Animated and Personified Pedagogical Agents*.

Pfeifer, R. (1993). *Emotions in Robot Design*, pp. 408-413. Zurich: University of Zurich.

Picard, R. W. (2000). *Affective Computing*. Cambridge: MIT Press.

Picard, R. W. (1999). "Affective Computing for HCI" in *Proceedings HCI*, pp. 242-247. Germany.

Price, D. D., & Barrel, J. (1985). *A quantitative-experimental analysis of human emotion*.

Quivy, R., & Van Campenhoudt, L. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.

Rosheim, M. E. (1994). *Robot Evolution: The Development of Anthrobotics*. Wiley-Interscience.

Saldien, J., Goris, K., Vanderborght, B., & Lefeber, D. (2008). *On the design of an emotional interface for the huggable robot Probo*, pp. 1-6.

Sarrafzadeh, A., Alexander, S., Dadgostar, F., Fan, C., & Bigdeli, A. (2007). "How do you know that I don't understand?" A look at the future of intelligent tutoring systems, in *Computers in Human Behavior*, pp. 1342-1363. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.

Scholtz, J. C. (2002). *Human-Robot Interactions: Creating Synergistic Cyber Forces*. National Institute of Standards and Technology, pp. 1-8.

Svanaes, D., & Verplank, W. (2000). *In search of Metaphores for Tangible User Interfaces*. USA: Interval Research Palo Alto.

Sykes, J., & Brown, S. (2003). "Affective Gaming: Measuring emotion through the gamepad", in *CHI Human Factors in Computing Systems*. Florida.

TechTalk. (2008). "Meet Nexi: the Media Lab's latest robot star", in *TechTalk: Serving The MIT Community*, Vol. 52, pp. 3.

Thurstone, L. (1934). "The Vectors of Mind", in *Psychological Review*, pp. 1-32.

Tractinsky, N., Katz, A., & Ikar, D. (2000). "What is beautiful is usable", in *Interacting with Computers*, pp. 127-145.

Turkle, S. (2006). *A Nascent Robotics Culture: New Complicities for Companionship*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

ul-Hasan, W. (2006). Anthropomorphism in Computer Generated Facial Expressions: Impact of character's colour and detail in emotional evolution of character animation. University of Luebeck. Luebeck: International School of New Media.

Yagou, A. (2006). Critical reflections on design and emotion. *Design Research Society, International Conference in Lisbon*. Disponível em: http://www.iade.pt/drs2006/wonderground/proceedings/fullpapers/DRS2006_0250.pdf

Yagou, A. (2005). Rethinking Design History From an Evolutionary Perspective. Disponível em: http://www.yagou.gr/papers/YAGOU-Rewriting_Design_History.pdf

Yanco, H. A., & Drury, J. L. (2002). "A Taxonomy for Human-Robot Interaction" in *AAAI Fall Symposium on Human-Robot Interaction*, pp. 111-119.

Zagalo, N. T. (2007). *Convergência entre o Cinema e a Realidade Virtual*. Tese de Doutorado em Ciências e Tecnologias da Comunicação. Universidade de Aveiro.

8. Anexos

Anexo I

1. Entrevista aos alunos da Escola EB1 da Quinta das Flores e Escola EB1 da APPC

Esta entrevista tem como objectivo compreender o que os alunos consideram ser um companheiro virtual, se é possível estabelecer uma relação com este e em que aspectos se pode basear a criação desta relação.

1.1 DADOS PESSOAIS

Escola: _____

Idade: _____

Sexo: Feminino ☐ Masculino ☐

Ano escolar: 1º Ano ☐ 2º Ano ☐ 3º Ano ☐ 4º Ano ☐

1.2 QUESTÕES

1. O que achas que significa ter um companheiro virtual?

2. Achas que um companheiro virtual pode ser teu amigo?

Sim ☐ Não ☐

3. Achas que o Pequeno Mozart podia ser um companheiro virtual para ti?

Sim ☐ Não ☐

4. Qual achas que é a função do Pequeno Mozart?

5. Já alguma vez usaste uma aplicação semelhante?

Sim ☐ Não ☐

6. O que é que gostas mais no Mozart?

a. Porquê?

7. Gostas da cara do Mozart?

Sim ☐ Não ☐

8. O que mais te agrada na cara do Mozart?

a. Achas que a cara do Mozart é expressiva?

Sim ☐ Não ☐

b. Consegues perceber o que ele está a sentir?

Sim ☐ Não ☐

9. Achas que se o Mozart não tivesse um aspecto humano também ias gostar dele?

Sim ☐ Não ☐

10. Gostas das roupas do Mozart?

Sim ☐ Não ☐

a. Porquê?

11. Gostas das cores das roupas do Mozart?

Sim ☐ Não ☐

a. Porquê?

b. Se pudesses mudar as roupas do Mozart quais gostarias de lhe vestir?

12. Gostavas que o Pequeno Mozart estivesse no telemóvel para estar sempre contigo?

13. Existe mais alguma coisa que gostarias de mudar no Pequeno Mozart? Se sim, o quê?

Obrigada pela tua colaboração!